

**Министерство образования и науки РФ**  
**ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»**  
**Институт экологии и природопользования**  
**Кафедра прикладной экологии**

**Надежда Юльевна Степанова**

## **Техногенные системы и экологический риск**

*Конспект лекций*

**Казань 2014**

**Направление:** 022000.62 Экология и природопользование (уровень образования – бакалавр, форма обучения – очное).

**Учебный план:** «Экология и природопользование» (очное, 2013).

**Дисциплина:** базовой части БЗ, цикл дисциплин направления Б.19 «Техногенные системы и экологический риск» (4 курс), форма контроля – экзамен.

**Количество часов:** 72 (в том числе: лекции – 28, практические занятия – 18, самостоятельная работа – 26).

**Аннотация:** В данном курсе изложены основы управления экологической безопасностью, включая характеристику основных методов обеспечения пожаро- взрывобезопасности, очистки отходящего воздуха от вредных примесей, очистки сточных вод, утилизации отходов. Особое внимание уделено методологии оценки техногенного и экологического риска, освещаются основы законодательной базы в области экологической безопасности.

**Ключевые слова:** экологический риск, техногенные системы, экологическая безопасность

**Дата начала эксплуатации:** 01 декабря 2014 г.

**Автор:** Степанова Надежда Юльевна, д.б.н., профессор кафедры прикладной экологии Института экологии и природопользования,  
[nstepanova.kazan96@gmail.com](mailto:nstepanova.kazan96@gmail.com)

**URL электронного курса:** <http://zilant.kfu.ru/course/view.php?id=17403>

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ТЕМА 1. Введение. Предмет и задачи дисциплины «Техногенные системы и экологический риск»	5
ТЕМА 2. Методы анализа, количественная оценка риска	21
ТЕМА 3. Анализ производственного риска	41
ТЕМА 4. Общая характеристика основных видов опасностей производств. Классификация негативных факторов, мера оценки	76
ТЕМА 5. Основные опасности производств. Классификация, свойства, характеристика химических негативных факторов (вредных веществ)	91
ТЕМА 6. Защита человека от загрязнения воздушной среды.	99
ТЕМА 7. Методы очистки отходящего загрязненного воздуха от вредных газов и пыли	105
ТЕМА 8. Способы очистки загрязненной сточной воды	119
ТЕМА 9. Политика управления отходами, характеристика основных этапов	129
ТЕМА 10. Опасные факторы комплексного характера. Пожары, классификация, методы борьбы с пожарами	141
ТЕМА 11. Взрывы: классификация, характеристика, параметры. Герметичные системы, находящиеся под давлением	163
ТЕМА 12. Законодательная база управления промышленной безопасностью	176
ТЕМА 13. Чрезвычайные ситуации природного происхождения	197
Контрольные задания. Тесты	215
Вопросы к семинарским занятиям	221
Вопросы к экзамену	222
Вопросы для контроля	226

Общий глоссарий	228
Общий перечень информационных ресурсов	247

**ТЕМА 1. Введение.** Предмет и задачи дисциплины «Техногенные системы и экологический риск». Предмет и задачи дисциплины

**Аннотация:** в данной теме раскрываются цели, объект, предмет изучения дисциплины «Техногенные системы и экологический риск», рассматриваются вопросы эволюция среды обитания человека, переход от биосферы к техносфере, взаимодействие человека и окружающей среды, аксиомы безопасности жизнедеятельности в техносфере, дается определение, классификация технических систем, приводятся критерии комфортности и безопасности техносферы.

**Ключевые слова:** техносфера, безопасность, техническая система

**Методические рекомендации по изучению темы:**

Необходимо изучить лекционный материал с определениями основных понятий. После этого следует ответить на контрольные вопросы.

**Источники информации:**

Меньшиков В.В., Швыряев А.А. Опасные химические объекты и техногенный риск: Учебное пособие. - М.: Изд-во Химия, фак. Моск. ун-та, 2003. - сс.58-70.

Белов ИГ. Сущность, принципы и методы регулирования техногенного риска. // Управление риском, 1998, №4, с.с.14-19.

Акимов В. А., Лесных В.В., Радаев Н.Н. Риски в природе, техносфере, обществе и экономике / МЧС России. — М.: Деловой экспресс, 2004.-сс.10-24.

**Список сокращений**

ЧС – чрезвычайная ситуация

ЧАЭС – Чернобыльская атомная электростанция

ЗВ – загрязняющие вещества

ОВ – окружающая среда

**Глоссарий:**

**АВАРИЙНАЯ СИТУАЦИЯ** - состояние технической системы, объекта, характеризующееся нарушением пределов и (или) условий безопасной эксплуатации и не перешедшее в аварию.

**АВАРИЯ** - опасное происшествие в технической системе, на промышленном объекте или на транспорте, создающее угрозу жизни и здоровью людей и приводящее к разрушению производственных помещений, сооружений, серьезному повреждению или уничтожению оборудования, механизмов, транспортных средств, сырья и готовой продукции, к нарушению производственного процесса и нанесению ущерба окружающей природной среде.

**АНАЛИЗ БЕЗОПАСНОСТИ** - анализ и расчет опасностей, связанных с осуществлением предполагаемой деятельности.

**АНАЛИЗ ОПАСНОСТЕЙ** - выявление нежелательных событий, влекущих за собой реализацию опасности, анализ механизмов возникновения подобных ситуаций и, как правило, оценка масштаба, величины и вероятности любого события, способного оказать поражающее действие.

**БЕЗОПАСНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ** - соблюдение установленных проектом минимальных условий по количеству, характеристикам, состоянию работоспособности и регламенту технического обслуживания систем или элементов (важных для безопасности), при которых обеспечивается соблюдение пределов безопасной эксплуатации и (или) критериев безопасности.

**БЕЗОПАСНОСТЬ** - состояние защищенности человека, общества окружающей среды от чрезмерной опасности; свойство реальных процессов и систем, содержащих источники угрозы и их возможные жертвы, сохранять состояние с приемлемой возможностью причиненного ущерба от происшествий; состояние объектов и систем в условиях приемлемого риска; свойство системы "человек - среда обитания" сохранять условия взаимодействия с минимальной возможностью возникновения ущерба людским, природным и материальным ресурсам.

**ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ** - способ существования или повседневная деятельность человека.

**НЕГАТИВНАЯ СИТУАЦИЯ** - состояние системы "человек - среда обитания", характеризующееся отклонением от условий безопасного взаимодействия.

**ОКРУЖАЮЩАЯ ПРИРОДНАЯ СРЕДА** - естественная среда обитания человека, биосфера, служащая условием, средством и местом жизни человека и других живых организмов, в широком смысле включает природу как систему естественных экологических систем и окружающую среду как ту часть естественной среды, которая преобразована в результате деятельности человека.

**ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА** - все объекты и условия, в которых протекает и с которыми связана жизнь и деятельность человека.

**ОПАСНОСТЬ** - негативное свойство системы "человек - среда обитания", способное причинять ущерб и обусловленное энергетическим состоянием среды и действиями человека; ситуация (в природе или техносфере), в которой возможно возникновение явлений или процессов, способных поражать людей, наносить материальный ущерб, разрушительно действовать на окружающую человека среду.

**ОПАСНЫМИ** называются факторы, способные при определенных условиях вызывать острые нарушения здоровья и гибель организма.

**ПОД ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ (объектом)** понимается упорядоченная совокупность отдельных элементов, связанных между собой функционально и взаимодействующих таким образом, чтобы обеспечить выполнение некоторых заданных функций (достижение цели) при различных состояниях работоспособности.

**ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ СФЕРА** – это часть сферы жизнедеятельности человека, включающая не только факторы, связанные с профессиональной деятельностью, но и, сопутствующие им, природно-климатические факторы.

**ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ** - состояние, при котором путем соблюдения правовых норм, экономических, инженерно-технических и технологических требований, а также проведения соответствующих мероприятий достигается предотвращение нарушений технологического процесса и техники безопасности, максимальное снижение вероятности возникновения аварийной ситуации на промышленных объектах и транспорте или уменьшение ущерба; область человеческой деятельности по предотвращению аварий промышленных предприятий и уменьшению последствий чрезвычайных ситуаций, обусловленных такими авариями. Основные направления деятельности - обеспечение безопасности человека и промышленного предприятия в техносфере и экологической безопасности.

**СРЕДА ОБИТАНИЯ** - окружающая человека среда, обусловленная в данный момент совокупностью факторов (физических, химических, биологических, социальных), способных оказывать прямое или косвенное, немедленное или отдаленное воздействие на деятельность человека, его здоровье и потомство.

**ТЕХНИКА** (от греч. *techné* - искусство, мастерство, умение) - совокупность средств человеческой деятельности, созданных для осуществления процессов производства и обслуживания непродовольственных потребностей общества.

**ТЕХНОСФЕРА** - часть биосферы, коренным образом преобразованная человеком в технические и техногенные объекты (механизмы, здания, сооружения, горные выработки, дороги и т.д.) с помощью прямого или косвенного воздействия технических средств в целях наилучшего соответствия социально-экономическим потребностям человека. Таким образом, в преобразовании участвуют техника, технические системы и используемая технология.



### **Вопросы для изучения:**

1. Предпосылки для возникновения отрасли научных знаний, изучающей основы техносферной безопасности.
2. Источники естественных и антропогенных негативных факторов.
3. Характеристика технических систем.
4. Основные факторы дестабилизации природной среды.

Дисциплина посвящена изучению техногенных систем и их взаимодействию с окружающей средой, оценке экологического риска, изучению причин и последствий техногенных аварий и катастроф, рассмотрению мер по их ликвидации.

Цель дисциплины «Техногенные системы и экологический риск» - изучение основ безопасного взаимодействия техногенных систем и природы.

*Объект* изучения дисциплины – основные опасности, исходящие от техногенных систем, и представляющие угрозу здоровью, жизни людей, материальной сфере и окружающей среде .

*Предмет* изучения – способы оптимизации функционирования техногенных систем для минимизации отрицательного воздействия на человека, материальную и природную среды.

При организации учебного процесса по дисциплине устанавливаются следующие *цели ее преподавания*:

- а) характеристика основных опасностей, системное изучение проблемы риска технологий, алгоритмы количественной оценки техногенного и экологического риска на основе современной методологии оценки различных опасностей, анализа и управления риском;
- б) подготовка студентов к решению проблемы предотвращения и уменьшения тяжести последствий аварий (снижения вероятности реализации поражающего потенциала современных промышленных объектов и рациональной подготовки к действиям в ЧС)

В результате преподавания дисциплины могут быть решены следующие задачи:

- а) приобретение студентами знаний в области оценки и снижения техногенного и экологического риска;
- б) формирование у студентов четких представлений о методах качественного и количественного оценивания техногенного и экологического риска, приемах анализа всей достоверной информации и сопоставления различных точек зрения в процессе принятия решения; закономерности восприятия экологического риска отдельными индивидуумами и социальными группами.

### **ВВЕДЕНИЕ**

В окружающем нас мире возникли новые условия взаимодействия живой и неживой материи: взаимодействие человека с техносферой, взаимодействие техносферы с биосферой и др. В новых техносферных условиях все чаще биологическое взаимодействие стало замещаться процессами физического и химического взаимодействия, причем уровни физических и химических факторов воздействия в XX в. непрерывно нарастали, негативно влияя на человека и природу. В обществе возникла потребность в защите природы и человека от негативного влияния техносферы.

Первопричиной многих негативных процессов в природе и обществе явилась антропогенная деятельность, не сумевшая создать техносферу необходимого качества как по отношению к человеку, так и по отношению к природе. В настоящее время, чтобы решить возникающие проблемы, человек должен совершенствовать техносферу, снизив ее негативное влияние на человека и природу до допустимых уровней. Достижение этих целей взаимосвязано. Решая задачи обеспечения безопасности человека в техносфере, одновременно решаются задачи охраны природы от губительного влияния техносферы.

Средством достижения цели - защиты человека в техносфере от негативных воздействий антропогенного и естественного происхождения - является реализация обществом знаний и умений, направленных на уменьшение в

техносфере физических, химических, биологических и иных негативных воздействий до допустимых значений.

### **Эволюция среды обитания, переход от биосферы к техносфере**

В жизненном цикле человек и, окружающая его, среда обитания образуют постоянно действующую систему «человек – среда обитания». Среда обитания – окружающая человека среда, обусловленная в данный момент совокупностью факторов (физических, химических, биологических, социальных), способных оказывать прямое или косвенное, немедленное или отдаленное воздействие на деятельность человека, его здоровье и потомство. Действуя в этой системе, человек непрерывно решает, как минимум, две основные задачи: обеспечивает свои потребности в пище, воде и воздухе; создает и использует защиту от негативных воздействий, как со стороны среды обитания, так и себе подобных. Негативные воздействия, присущие среде обитания, существуют столько, сколько существует Мир. Источниками естественных негативных воздействий являются стихийные явления в биосфере: изменения климата, грозы, землетрясения, извержения вулканов и т.п.

Постоянная борьба за существование вынуждала человека находить и совершенствовать средства защиты от естественных негативных воздействий среды обитания. К сожалению, появление жилища, применение огня и других средств защиты, совершенствование способов получения пищи – все это не только защищало человека от естественных негативных воздействий, но и влияло на среду обитания.

На протяжении многих веков среда обитания человека медленно меняла свой облик и, как следствие, мало менялись виды и уровни негативных воздействий. Так продолжалось до середины XIX в. – начала бурного роста воздействия человека на среду обитания.

В XX в. на Земле в результате средообразующей деятельности человека возникли зоны повышенного загрязнения биосферы, что привело к частичной, а в ряде случаев и к полной региональной деградации.

Этим изменениям во многом способствовали:

- высокие темпы роста численности населения на Земле (демографический взрыв) и его урбанизация;
- рост потребления и концентрация энергетических ресурсов;
- интенсивное развитие промышленного и сельскохозяйственного производства;
- массовое использование средств транспорта;
- рост затрат на военные цели и ряд других процессов.

### **Взаимодействие человека и окружающей среды**

Человек и окружающая его среда (природная, производственная, бытовая) в процессе жизнедеятельности постоянно взаимодействуют друг с другом. Следует иметь в виду, что деление окружающей среды на производственную, бытовую и природную сферы весьма условно. Один и тот же фактор, в зависимости от конкретных условий, может быть бытовым, природным или производственным.

Результат взаимодействия человека со средой обитания может изменяться в очень широких пределах: от позитивного до катастрофического, сопровождающегося гибелью людей и разрушением компонент среды обитания.

Опасность – негативное свойство живой и неживой материи, способное причинить ущерб самой материи: людям, природной среде, материальным ценностям.

При идентификации опасностей необходимо исходить из принципа «все воздействует на все». Иными словами, источником опасности может быть все живое и неживое, а подвергаться опасности также может все живое и неживое. Опасности не обладают избирательным свойством, при своем возникновении они негативно воздействуют на всю окружающую их материальную среду. Влиянию опасностей подвергается человек, природная среда, материальные ценности. Источниками или носителями опасностей являются естественные процессы и явления, техногенная среда и действия людей. Опасности

реализуются в виде потоков энергии, вещества и информации, они существуют в пространстве и во времени.

Различают опасности естественного и антропогенного происхождения. Естественные опасности обуславливают стихийные явления, климатические условия, рельеф местности и т.п. К сожалению, негативное воздействие на человека и среду обитания не ограничивается естественными опасностями. Человек, решая задачи своего материального обеспечения, непрерывно воздействует на среду обитания своей деятельностью и продуктами деятельности (техническими средствами, производственными и бытовыми отходами и т.д.), генерируя в среде обитания антропогенные опасности. Чем активней преобразующая деятельность человека, тем выше уровень и число антропогенных опасностей, воздействующих как на окружающую среду, так и на самого человека.

Несмотря на то, что негативные факторы, воздействующие на человека, присутствуют во всех сферах его жизнедеятельности, основной, с точки зрения наличия опасных и вредных факторов, является сфера производства.

Производственная сфера – это часть сферы жизнедеятельности человека, включающая не только факторы, связанные с профессиональной деятельностью, но и, сопутствующие им, природно-климатические факторы. Факторы, оказывающие негативное воздействие на организм человека, называются вредными и опасными факторами. Опасными называются факторы, способные при определенных условиях вызывать острые нарушения здоровья и гибель организма. Вредными называются факторы, отрицательно влияющие на работоспособность или вызывающие профессиональные заболевания и другие неблагоприятные последствия. Опасности реализуются в виде потоков энергии, вещества и информации, они существуют в пространстве и во времени.

Таким образом, можно констатировать: жизнедеятельность человека потенциально опасна.

Основными направлениями практической деятельности в области обеспечения безопасного существования человека являются профилактика причин и предупреждение условий возникновения опасных ситуаций.

Анализ реальных ситуаций, событий и факторов уже сегодня позволяет сформулировать ряд аксиом науки о безопасности жизнедеятельности в техносфере:

*Аксиома 1.* Техногенные опасности существуют, если повседневные потоки вещества, энергии и информации в техносфере превышают пороговые значения. Пороговые или предельно допустимые значения опасностей устанавливаются из условия сохранения функциональной и структурной целостности человека и природной среды. Соблюдение предельно допустимых значений потоков создает безопасные условия жизнедеятельности человека в жизненном пространстве и исключает негативное влияние техносферы на природную среду.

*Аксиома 2.* Источниками техногенных опасностей являются элементы техносферы. Опасности возникают при наличии дефектов и иных неисправностей в технических системах, при неправильном использовании технических систем, а также из-за наличия отходов, сопровождающих эксплуатацию технических систем. Технические неисправности и нарушения режимов использования технических систем приводят, как правило, к возникновению травмоопасных ситуаций, а выделение отходов (выбросы в атмосферу, стоки в гидросферу, поступление твердых веществ на земную поверхность, энергетические излучения и поля) сопровождается формированием вредных воздействий на человека, природную среду и элементы техносферы.

*Аксиома 3.* Техногенные опасности действуют в пространстве и во времени. Травмоопасные факторы действуют, как правило, кратковременно и спонтанно в ограниченном пространстве. Они возникают при авариях и катастрофах, при взрывах и внезапных разрушениях зданий и сооружений. Зоны влияния таких негативных воздействий, как правило, ограничены, хотя возможно и

распространение их влияния на значительные территории, например при аварии на ЧАЭС. Для вредных воздействий характерно длительное или периодическое негативное влияние на человека, природную среду и элементы техносферы. Пространственные зоны вредных воздействий изменяются в широких пределах от рабочих и бытовых зон до размеров всего земного пространства. К последним относятся воздействия выбросов парниковых и озоноразрушающих газов, поступление радиоактивных веществ в атмосферу и т.п.

*Аксиома 4.* Техногенные опасности оказывают негативное воздействие на человека, природную среду и элементы техносферы одновременно. Человек и окружающая его техносфера, находясь в непрерывном материальном, энергетическом и информационном обмене, образуют постоянно действующую пространственную систему «человек – техносфера». Одновременно существует и система «техносфера – природная среда». Техногенные опасности не действуют избирательно, они негативно воздействуют на все составляющие этих систем одновременно, если они оказываются в зоне влияния опасностей.

*Аксиома 5.* Техногенные опасности ухудшают здоровье людей, приводят к травмам, материальным потерям и к деградации природной среды. Воздействие травмоопасных факторов приводит к травмам или гибели людей, часто сопровождается очаговыми разрушениями природной среды и техносферы. Результатом воздействия таких факторов являются значительные материальные потери. Воздействие вредных факторов, как правило, длительное, оно оказывает негативное влияние на состояние здоровья людей, приводит к профессиональным или региональным заболеваниям. Воздействуя на природную среду, вредные факторы приводят к деградации представителей флоры и фауны, изменяют состав компонент биосферы. При высоких концентрациях вредных веществ или при значительных потоках энергии вредные факторы по характеру своего воздействия могут приближаться к травмоопасным.

*Аксиома 6.* Защита от техногенных опасностей достигается совершенствованием источников опасности, увеличением расстояния между источником опасности и объектом защиты, применением защитных мер. Уменьшить потоки веществ, энергии или информации в зоне деятельности человека можно, уменьшая эти потоки на выходе из источника опасности или увеличивая расстояние от источника до человека. Если это практически неосуществимо, то нужно применять защитные меры: технические, организационные, режимные и т.д.

*Аксиома 7.* Компетентность людей в видах опасностей и способах защиты от них – необходимое условие достижения безопасности жизнедеятельности. Широкая и все нарастающая гамма техногенных опасностей, отсутствие естественных механизмов защиты от них, все это требует приобретения человеком навыков обнаружения опасностей и применения средств защиты. Это достижимо только в результате обучения и приобретения опыта на всех этапах образования и практической деятельности человека. Начальный этап обучения безопасности жизнедеятельности должен совпадать с периодом дошкольного образования, а конечный – с периодом повышения квалификации и переподготовки кадров во всех областях экономики.

Существование техногенных опасностей и их высокая значимость в современном мире обусловлены недостаточным вниманием человека к проблеме техногенной безопасности, склонностью к риску и пренебрежению опасностью. Во многом это связано с ограниченными знаниями человека о мире опасностей и негативных последствиях их проявления.

Принципиально воздействие вредных техногенных факторов может быть устранено человеком полностью; воздействие техногенных травмоопасных факторов – ограничено допустимым риском за счет совершенствования источников опасностей и применения защитных средств; воздействие естественных опасностей может быть ограничено мерами предупреждения и защиты.

### **Техногенные аварии и катастрофы**



До середины XX в. человек не обладал способностью инициировать крупномасштабные аварии и катастрофы и тем самым вызывать необратимые экологические изменения регионального и глобального масштаба, соизмеримые со стихийными бедствиями.

Последующие годы отмечены ростом числа отказов, инцидентов и происшествий в технических системах, что неизбежно привело к увеличению числа техногенных аварий и катастроф.

Появление ядерных объектов и высокая концентрация, прежде всего химических веществ и их производств, сделали человека способным оказывать разрушительное воздействие на экосистемы. Примером тому служит трагедия в Чернобыле. Огромное разрушительное воздействие на биосферу оказывается при испытании ядерного (Семипалатинск, о. Новая Земля и т.д.) и других видов оружия. Для испытания химического оружия необходим полигон площадью около 500 тыс. га. Примером негативного экологического влияния современных локальных войн являются итоги войны в зоне Персидского залива - огромные проливы нефти и пожары на нефтяных хранилищах и скважинах.

Таким образом, очевидно, что XX столетие ознаменовалось потерей устойчивости в таких процессах, как рост населения Земли и его урбанизация. Это вызвало крупномасштабное развитие энергетики, промышленности, сельского хозяйства, транспорта, военного дела и обусловило значительный рост техногенного воздействия на среду обитания. Во многих странах оно продолжает нарастать и в настоящее время. В результате активной антропогенной деятельности во многих регионах нашей планеты нарушена биосфера и создан новый тип среды обитания – техносфера.

### **Технические системы: определение, признаки, классификация**

Под технической системой (объектом) понимается упорядоченная совокупность отдельных элементов, связанных между собой функционально и взаимодействующих таким образом, чтобы обеспечить выполнение некоторых заданных функций (достижение цели) при различных состояниях работоспособности.

Объектами могут быть различные системы и их элементы, в частности: сооружения, установки, технические изделия, устройства, машины, аппараты, приборы и их части, агрегаты и отдельные детали.

Упорядоченность означает, что относительно окружающей среды система выступает и соответственно воспринимается как нечто функционально единое.

Признаком системы является структурированность, взаимосвязанность составляющих ее частей, подчиненность организации всей системы определенной цели.

Обязательным компонентом любой системы являются составляющие элементы (подсистемы) и само понятие элемента условно и относительно, так как любой элемент, в свою очередь, всегда можно рассматривать как совокупность других элементов.

Поскольку все подсистемы и элементы, из которых состоит система, определенным образом взаиморасположены и взаимосвязаны, образуя данную систему, можно говорить о структуре системы. Структура системы - это то, что остается неизменным в системе при не изменении ее состояния, при реализации различных форм поведения, при совершении системой операций и т.п.

Любая система имеет, как правило, иерархическую структуру, т.е. может быть представлена в виде совокупности подсистем разного уровня, расположенных в порядке постепенности. При анализе тех или иных конкретных систем достаточным оказывается выделение некоторого определенного числа ступеней иерархии.

Системы функционируют в пространстве и времени. Процесс функционирования систем представляет собой изменение состояния системы, переход ее из одного состояния в другое. В соответствии с этим системы подразделяются на статические и динамические.

Статическая система - это система с одним возможным состоянием. Динамическая система - система с множеством состояний, в которой с течением времени происходит переход от состояния в состояние.

С позиций безопасности задачи исследования технических систем заключаются в том, чтобы увидеть, каким образом элементы системы функционируют в системе во взаимодействии с другими ее частями и по каким причинам может произойти отказ, грозящий негативными последствиями для окружающей среды.

К техногенным факторам дестабилизации природной среды относятся:

1. потенциальные источники опасности (производства с высокой степенью аварийности, хранение опасных ЗВ, отходов) и экстремальные условия их функционирования (температурные режимы и их колебания, давление, гидравлические удары);
2. события, инициирующие аварии и катастрофы (технологические нарушения – измерение давления, температуры, расходов топлива и сырья, загрязнения и т.д.; спонтанные технологические реакции – полимеризация, взрыв, разложение; разгерметизация, неисправности оборудования и т.д.);
3. факторы, способствующие эскалации аварии (ошибки операторов, отказ систем безопасности; источники зажигания – печи, факела, электропроводка; каскадные эффекты, внешние метеорологические условия);
4. выбросы, сбросы ЗВ, накопление токсичных отходов в ОС, и их последствий (загрязнения, разрушение ОС, ущербы материальным ресурсам, населению).

### **Критерии комфортности и безопасности техносферы**

Взаимодействие человека со средой обитания может быть позитивным или негативным, характер взаимодействия определяют потоки веществ, энергии и информации.

В условиях техносферы негативные воздействия обусловлены элементами техносферы (машины, сооружения и т.п.) и действиями человека. Изменяя величину любого потока от минимально значимой до максимально возможной, можно пройти ряд характерных состояний взаимодействия в системе «человек – среда обитания».

Комфортное (оптимальное), когда потоки соответствуют оптимальным условиям взаимодействия: создают оптимальные условия деятельности и отдыха; предпосылки для проявления наивысшей работоспособности и как следствие продуктивности деятельности; гарантируют сохранение здоровья человека и целостности компонент среды обитания;

Допустимое, когда потоки, воздействуя на человека и среду обитания, не оказывают негативного влияния на здоровье, но приводят к дискомфорту, снижая эффективность деятельности человека. Соблюдение условий допустимого взаимодействия гарантирует невозможность возникновения и развития необратимых негативных процессов у человека и в среде обитания;

Опасное, когда потоки превышают допустимые уровни и оказывают негативное воздействие на здоровье человека, вызывая при длительном воздействии заболевания, и/или приводят к деградации природной среды;

Чрезвычайно опасное, когда потоки высоких уровней за короткий период времени могут нанести травму, привести человека к летальному исходу, вызвать разрушения в природной среде.

Из четырех характерных состояний взаимодействия человека со средой обитания лишь первые два (комфортное и допустимое) соответствуют позитивным условиям повседневной жизнедеятельности, а два других (опасное и чрезвычайно опасное) — недопустимы для процессов жизнедеятельности человека, сохранения и развития природной среды.

### **Контрольные вопросы к теме 1:**

1. Какие существуют источники естественных негативных воздействий?
2. Каковы предпосылки появления зон экологической опасности?
3. Какие негативные факторы действуют на современного человека?
4. Перечислите основные аксиомы безопасности жизнедеятельности.
5. Каковы признаки технической системы?
6. Перечислите основные факторы дестабилизации природной среды.

## **ТЕМА 2. Методы анализа, количественная оценка риска**

**Аннотация:** в данной теме рассматриваются вопросы истории возникновения научного направления, связанного с изучением риска, особенности процесса управления риском, дается классификация рисков, приводятся показатели и измерение риска.

**Ключевые слова:** риск, критерии оценки риска, управление риском

### **Методические рекомендации по изучению темы:**

Необходимо изучить лекционный материал с определениями основных понятий. После этого следует ответить на контрольные вопросы.

### **Источники информации:**

Акимов В. А., Лесных В.В., Радаев Н.Н. Риски в природе, техносфере, обществе и экономике / МЧС России. — М.: Деловой экспресс, 2004.-с.25-75.

Тихомиров Н.П., Потравный И.М., Тихомирова Т.М. Методы анализа и управления эколого – экономическими рисками – М., 2003.- с.21-53

### **Список сокращений:**

ЧС – чрезвычайная ситуация

FAR – Fatal Accident Rate

СПИД – синдром приобретенного иммунодефицита

ВОЗ – Всемирная Организация Здравоохранения

ДТП – дорожно-транспортное происшествие

ПДУ - предельно допустимый уровень риска

### **Глоссарий:**

**АНАЛИЗ РИСКА** - процесс выявления (идентификации) и оценки опасностей для отдельных лиц, групп населения, объектов, окружающей природной среды и других объектов рассмотрения.

**РИСК АКТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СУБЪЕКТА** (психолог.термин) - действие, направленное на привлекательную цель, достижение которой сопряжено с элементами опасности, угрозой потери, неуспеха; ситуативная характеристика деятельности, состоящая в неопределенности ее исхода и возможных неблагоприятных последствиях в случае неуспеха; мера

неблагополучия при неуспехе в деятельности, определяемая сочетанием вероятности и величины неблагоприятных последствий в этом случае.

**РИСК** или степень риска - это сочетание частоты (или вероятности) и последствий определенного опасного события. Понятие риска всегда включает два элемента: частоту, с которой осуществляется опасное событие, и последствия этого события; реализации опасностей определенного класса. Риск может быть определен как частота (размерность - обратное время) или как вероятность возникновения одного события при наступлении другого события (безразмерная величина, лежащая в пределах от 0 до 1).

**РИСК ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ (РИСК ЧС)** - вероятность или частота возникновения ЧС.

**РИСК ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ** - вероятность реализации потенциальных опасностей при возникновении опасных ситуаций для одного человека или социальной группы.

**РИСК ПРИЕМЛЕМЫЙ** - риск, уровень которого допустим и обоснован исходя из экономических и социальных соображений. Риск эксплуатации промышленного объекта является приемлемым, если его величина настолько незначительна, что ради выгоды, получаемой от эксплуатации объекта, общество готово пойти на этот риск.

**РИСК СОЦИАЛЬНЫЙ** - характеризует масштабы и тяжесть негативных последствий чрезвычайных ситуаций, а также различного рода явлений в обществе, социально-политических преобразований, снижающих качество жизни людей. По существу - это риск для группы или сообщества людей.

**РИСК ТЕХНИЧЕСКИЙ** - комплексный показатель надежности элементов техносферы, который выражает вероятность возникновения аварии или катастрофы при эксплуатации машин, механизмов, реализации технологических процессов, строительстве и эксплуатации зданий и сооружений.

**РИСК ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ** - вероятность возникновения экологического бедствия, катастрофы, нарушения дальнейшего нормального

функционирования и существования экологических систем и объектов в результате антропогенного, техногенного вмешательства в природную среду или стихийного бедствия.

**РИСК ЭКОНОМИЧЕСКИЙ** - вероятность экономических потерь в будущем; соотношение пользы и вреда, получаемых обществом от рассматриваемого вида деятельности.

**РИСКУЮЩИЕ** - человек или социальная группа, на которых может быть оказано воздействие определенного вида при реализации определенной опасности или определенных опасностей, т. е. для которых индивидуальный или социальный риск не является нулевым или же достигает определенного уровня.

**УПРАВЛЕНИЕ РИСКОМ** - часть системного подхода к принятию решений, процедур и практических мер в решении задач предупреждения или уменьшения опасности промышленных аварий для жизни человека, заболеваний или травм, ущерба материальным ценностям и окружающей природной среде.

**Вопросы для изучения:**

1. Задачи управления риском.
2. Классификация рисков.
3. Измерение риска.

Слово «риск» имеет древние корни — в переводе со староитальянского “risicare” означает «отважиться». Серьезное изучение проблем, связанных с риском, началось во времена Ренессанса, когда появилась теория вероятностей, однако наука о риске окончательно сформировалась только в последней четверти XX века. Последнее десятилетие показало, что наука о риске становится одной из ведущих в XXI веке. Причина этого — в устойчивом росте многообразия и масштабов проявления риска и связанных с этим проблем. С одной стороны, в связи с антропогенным воздействием на природную среду опасные природные явления стали менее предсказуемы;

увеличение запасенной в объектах техносферы энергии увеличило разрушительную силу опасных техногенных явлений; в социальной среде расцвело такое опасное социальное явление, как терроризм; в связи с экономической глобализацией деловая окружающая среда стала еще более нестабильной, горизонт прогноза ее основных параметров сузился. С другой стороны, рост качества жизни сопровождается повышением чувствительности населения к негативным воздействиям, вызванным опасными явлениями природного, техногенного, социального и экономического характера.

Проблема управления риском включает решение следующих задач:

- анализа риска;
- обоснования и реализации мер по снижению риска (защите, обеспечению безопасности);
- коммуникации риска.

Управление риском невозможно без учета психологических и социальных аспектов восприятия и приемлемости риска человеком и обществом, конструктивного взаимодействия с общественностью.

Ключевым этапом управления риском является анализ риска, т. е. исследование влияющих на риск факторов. На основе анализа риска обосновываются и реализуются меры по снижению риска, которые состоят в целенаправленном воздействии на влияющие факторы (факторы риска).

Риски связаны с преобразующей деятельностью человека в процессе познания природы, действительности, их непознанными сторонами, проявляющимися в виде вреда для человека. Изучение рисков позволяет осуществить их научное предвидение.

Можно дать следующее интегральное определение риска. Риск — это возможность того, что человеческие действия или результаты его деятельности приведут к негативным или позитивным последствиям, которые воздействуют на человеческие ценности.

Предметом исследований риска в рамках данной учебной дисциплины является жизнедеятельность человека. Объектом исследований являются:



- источники опасности в природе и техносфере;
- объекты риска (человек и природные системы);
- субъекты обеспечения безопасности (человек, организации, государство, наднациональные органы);
- опасные процессы, реализующиеся в виде опасных явлений;
- негативные тенденции развития, приводящие к экологическим кризисам;
- нестабильность деловой окружающей среды, приводящая при принятии решений в условиях неопределенности к возможности как неудачи, так и удачи;
- системы защиты (безопасности), создаваемые субъектами обеспечения безопасности.

### **Классификация рисков**

По степени влияния на жизнедеятельность человека, жизнеспособность (финансовое состояние) организации различают следующие виды риска:

- пренебрежимый (меры защиты принимать не требуется);
- приемлемый (принимаются меры контроля и защиты на основе принципов обоснования и оптимизации);
- чрезмерный (деятельность с указанным уровнем риска не допускается).

По объекту рассматривают риски:

- для жизни и здоровья людей — индивидуальный;
- для общества — социальный;
- для функционирования и развития (благополучия, жизнеспособности) организаций как социально-экономических систем — предпринимательский, экономический;
- для государства — стратегический;
- для окружающей природной среды как условия развития человечества — экологический риск (связан не с одномоментным ущербом, а с долговременными изменениями среды обитания, приводящими к негативным последствиям для населения и человечества в целом).

По субъекту (причине или источнику) различают риски:

- природа (включая космос) — природные;

- техносфера — техногенные;
- общество — социальные;
- экономика (бизнес) — предпринимательские, экономические.

По причине возникновения различают риски, связанные с:

- опасными явлениями;
- возможными реализациями (сценариями) негативных тенденций развития;
- нестабильностью условий деятельности организации, приводящей к отклонению фактического результата деятельности от ожидаемого, к ошибочным решениям в рискованных ситуациях.

Возможна классификация рисков и по другим признакам: цели (мотивированный и немотивированный); результату (оправданный и неоправданный), соответствию реальности (действительный и мнимый).

### **Классификация рисков по источникам их возникновения и поражающим факторам.**

Основные типы риска представлены в следующей таблице

Техногенные риски	Низкая вероятность, серьезные последствия, аварийные, острое воздействие (цель управления техногенными рисками: безопасности населения)
Риски для здоровья	Высокая вероятность, небольшие последствия, систематическое, хроническое воздействие (цель управления рисками: здоровье людей)
Экологический риск (для окружающей среды)	Трудно объясняемые изменения, комплексные взаимодействия, существенная латентность, макровоздействия (цель управления рисками: безопасность функционирования живых организмов/экосистем)
Природный риск (от стихийных бедствий)	Низкая вероятность, комплексное воздействие, серьезные последствия (цель управления рисками: безопасности населения)
Риски для общественного благополучия	Восприятие, озабоченность по поводу собственности, эстетические ценности
Финансовый риск	Страхование, возвращение инвестиций, надежность бизнеса (цель управления рисками: стабильность)

	экономики).
--	-------------

#### 1. Техногенные риски

- Обычно низкая вероятность, высокий уровень воздействия, аварии с тяжелыми последствиями ЧС, острое воздействие, немедленные эффекты.
- Критическое время реагирования, очевидные зависимости «причина-следствие».
- Фокусировка на безопасности людей и предотвращении потерь, как правило, происходит в границах промплощадки.

#### 2. Риски для здоровья

- Обычно высокая вероятность воздействия невысокого уровня, наибольшие последствия, значительный латентный период, отдаленные эффекты.
- Причинно-следственные зависимости не столь очевидны.
- Фокусировка на здоровье людей, обычно вне объекта.

#### 3. Экологические риски / для окружающей среды.

- Труднопредсказуемые последствия, многочисленные взаимосвязи среди сообществ, экосистем (включая пищевые цепочки) на микро- и макро- уровнях.
- Большая неопределенность в причинах и следствиях.
- Фокусировка на воздействии на живые организмы и экосистемы, которое может проявиться далеко от источника.

#### 4. Природный риск

- Обычно низкая вероятность (для отдельных регионов), комплексное воздействие, серьезные последствия
- Фокусировка на безопасности людей и предотвращении потерь

#### 5. Риски для общественного благополучия.

- Общественное отношение к организации и производству продуктов (ценностей).
- Озабоченность о культурных и материальных ценностях, ограничению по использованию ресурсов.

- Немедленное отрицательное воздействие на общественное восприятие.
- Фокусировка на общественное восприятие и ценности.

## 5. Финансовые риски

- Краткосрочные и долговременные риски потери собственности и других благ, страховое восстановление через инвестирование (вложения) в окружающую среду, здоровье и безопасность.
- Фокусировка на операбельность и финансовую гибкость.

### **Показатели измерения риска**

Хотя, финансовые риски выделены в отдельную «статью», все виды рисков имеют финансовую подоплеку. Например, пострадавшие рабочие имеют право на компенсацию, и ущерб природным ресурсам составляет десятки миллионов долларов.

Примеры измерения риска и показатели

- Техногенные риски – смертельные случаи, пострадавшие, потери рабочих дней, ущерб собственности, потери в производстве и сбыте.
- Риски для здоровья (субхронические/ хронические) – дополнительные канцерогенные случаи (все виды рака). Неканцерогенные опасности (респираторные, неврологические, репродуктивные эффекты).
- Экологические риски для окружающей среды – снижение видового разнообразия, нанесение ущерба окружающей природной среде, сообществам, экосистемам.
- Риски благосостояния общества – ограничения по использованию ресурсов, материальных ценностей и др.
- Финансовые риски – страхование (затраты, способность к восстановлению). Надежность (кратко- и долговременная, включая ущерб природным ресурсам).

### **Количественная характеристика рисков**

Для количественной характеристики опасностей применяют оценку в виде риска.

«Риск»('risk') означает вероятность возникновения конкретного эффекта в течение определенного времени или при определенных обстоятельствах.

Общее понятие риска включает в себя два четко различимых компонента:

Частоту (F) ожидаемого нежелательного события или аварии. Частота выражается числом событий в единицу времени, например: 20000 дорожно-транспортных происшествий в год.

Последствия (C), которые являются мерой серьезности аварии. Последствия могут быть выражены различными способами, в зависимости от вида анализа. Типовым выражением последствий аварии можно считать гибель человека или конкретного числа людей.

Риск часто выражается через частоту аварий со смертельным исходом (FAR – Fatal Accident Rate). Показатель FAR отражает количество смертельных исходов в течение  $10^8$  часов воздействия вероятных аварийных факторов на здоровье человека. Так, если для некоторого предприятия показатель FAR равен 8.0, это означает, что из 1000 мужчин и женщин, работающих на этом предприятии всю трудовую жизнь (например, 50 лет), при режиме работы в течение 50 недель в год (2 недели отпуск) и 40 часов в неделю, восемь могут погибнуть из-за аварии.

Возможно, что эти восемь человек погибнут в результате одной аварии, а возможно – за весь указанный период.

Нижеследующая таблица дает представление о частоте аварий со смертельным исходом при ведении разных видов хозяйственной деятельности:

<b>Вид хозяйственной деятельности</b>	<b>FAR за <math>10^8</math> часов</b>
Добыча угля	7.3
Строительство	5.0
Сельское хозяйство	3.7
Химическая промышленность	1.2
Другие	1.2

Для выражения риска той или иной деятельности часто используются понятия индивидуального и группового риска.

*Индивидуальный* риск представляет собой частоту, с которой индивид может понести определенный ущерб. Обычно показатель индивидуального риска используется для сравнительной оценки риска людей, живущих вблизи и вдали от предприятия.

*Общесоциальный* риск, известный также как групповой риск, представляет собой соотношение между частотой ущерба и общей численностью людей, понесших ущерб.

Итак, налицо противоречие. Допустим, что существующее предприятие должно быть переориентировано на выпуск новых лекарств, которые могут спасти десять тысяч жизней в год. Предприятие расположено в 1 км от жилого микрорайона. Технологический процесс выпуска лекарств является опасным, но теоретически крупная авария может произойти один раз в миллион лет. Правительственные органы и общество в целом может посчитать, что уровень риска для данного жилого микрорайона приемлем, учитывая полезность выпускаемой продукции. Однако, люди, проживающие в этом микрорайоне, скорее всего смотрят на дело иначе. Хотя они и знают о том, что возможность крупной аварии очень мала, они справедливо могут указать на то, что она может произойти хоть завтра.

Другой пример - вакцинация детей от коклюша. Использование вакцин принесло огромную пользу человечеству. Вероятно, благодаря им были спасены миллионы жизней. Однако было установлено, что у небольшой части детей вакцина вызывает повреждения мозга. Врачи подчеркивали, что возможность повреждения мозга гораздо меньше, чем возможность умереть от коклюша. Несмотря на то, что родители с пониманием отнеслись к этим заявлениям врачей, многие родители не стали делать эту прививку детям. Логический аргумент базировался на статистических данных для общества в целом при минимальном учете озабоченности родителей здоровьем их собственных детей.

Некоторые виды риска, такие как риск природных бедствий (землетрясений, наводнений, извержений вулканов), войн или болезней (в том числе, СПИД и малярии в Африке), простые люди считают допустимыми, поскольку они не могут контролировать эти опасные явления. Все надеются, что частота таких событий так мала, что данный человек в течение всей жизни сможет избежать их последствий.

Транспортные перевозки являются весьма рискованными видами хозяйственной деятельности, но допустимы, так как людям требуется перемещаться с места на место. Много может быть сделано для улучшения безопасности на автодорогах и железнодорожном транспорте. Однако, судя по всему, ни общество, ни правительство не считают это приоритетным направлением, несмотря на то, что дорожно-транспортные происшествия происходят часто. Дорожные происшествия являются самой опасной угрозой здоровью людей во всём мире. Ущерб от дорожно-транспортных происшествий превышает ущерб от всех иных транспортных происшествий (самолетов, кораблей, поездов, и т. п.) вместе взятых. Дорожно-транспортные происшествия являются одной из важнейших мировых угроз здоровью и жизни людей. Проблема усугубляется и тем, что пострадавшие в авариях — как правило, молодые и здоровые (до аварии) люди. По данным ВОЗ, в мире ежегодно в дорожных авариях погибают 1,2 млн человек и около 50 млн получают травмы. Более 27000 погибает на российских дорогах и более 33808 на дорогах США, в пересчёте на количество автомобилей эти цифры означают в год 70 погибших в ДТП на территории России или 15 погибших в США на каждые 100 000 автомобилей. В пересчете на индивидуальный риск это составляет  $1,9 \cdot 10^{-4}$  для России и  $1,1 \cdot 10^{-4}$  для США по статистическим данным 2009-2010 годов.

Многие люди подвергают себя не вынужденному риску, испытывая определенное удовлетворение от соответствующего вида деятельности, например, курения, участия в опасных спортивных соревнованиях, таких как мотокросс или водные лыжи.

Другие же не желают терпеть вблизи их дома промышленное предприятие, несмотря на очень небольшой риск такого соседства. Они остаются нетерпимы даже тогда, когда речь идет о предприятии, производящем очень нужную и выгодную для общества продукцию.

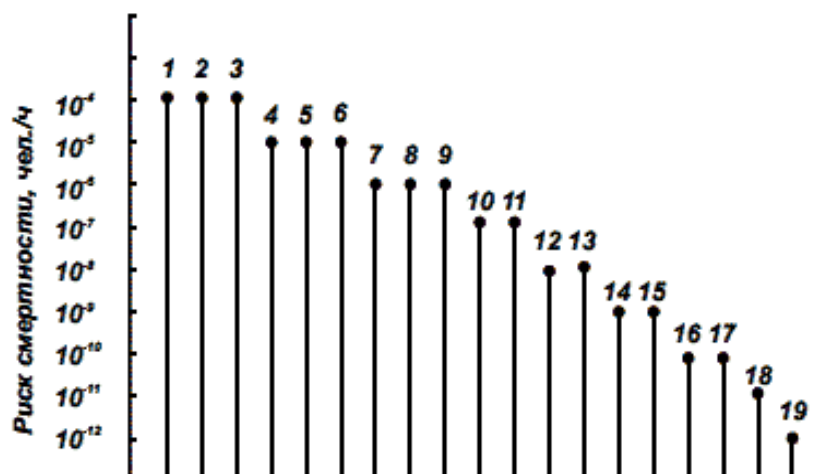


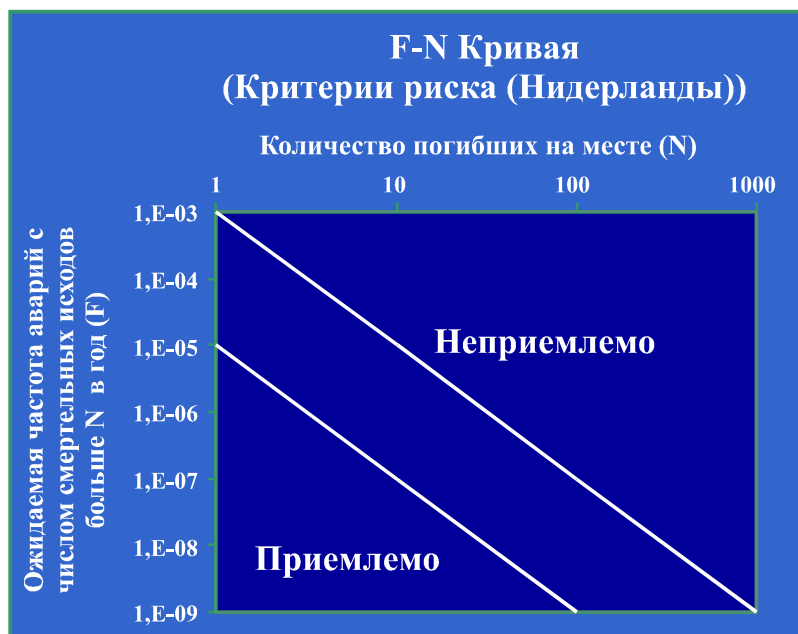
Рис. Масштабы риска смерти в земных условиях: 1 – спортивные автогонки; 2 – скачки с препятствиями; 3 – экипаж военных вертолетов (условия максимального риска); 4 – бокс профессиональный, летчики-испытатели экипажи серийных реактивных истребителей; 5 – высотные восхождения, альпинизм; 6 – производство горчичного газа, гребля; 7 – мотоспорт; 8 – самолеты гражданской авиации (экипажи и пассажиры: условия максимального риска), вулканизация, верхолазы, экипажи реактивных бомбардировщиков; 9 – курение, автомобиль (США); 10 – самолеты гражданской авиации (экипажи и пассажиры: условия нормального риска), автомобиль, охота, лыжи, сердечно-сосудистые заболевания (все население); 11 – экипажи рыболовных траулеров, шахтеры, железнодорожные рабочие, велосипед, бокс любительский; 12 – несчастные случаи (в среднем), рак легких у мужчин, врачи-радиологи, вся промышленность (в среднем); 13 – общественный и железнодорожный транспорт, типографии, предприятия атомной промышленности (США); обрабатывающая промышленность (в среднем); 14 – текстильная и бумажная промышленность, взрывы газа в многоквартирных домах, пожары, естественная частота лейкемии (все население); 15 – катастрофы в искусственной среде обитания (смог, выбросы теплоэлектростанций и т.п.), швейная и обувная промышленности, огнестрельное оружие; 16 – землетрясения, наводнения, цунами, выхлопные газы автомобилей, медицинские процедуры с использованием излучений; 17 – тайфуны, циклоны, бури, укусы ядовитых насекомых и животных; 18 – грозы (поражение молнией); 19 – естественная среда обитания (отдельные небольшие события),



ураганы, торнадо, радиоактивное загрязнение среды атомными предприятиями и АЭС (при дозе 1-5 мбэр за год на границе зоны).

Для оценки группового риска используют F-N кривые

Приведенная кривая реально используется уполномоченными органами Нидерландов при оценке предприятия по критерию приемлемости риска.



Оценка риска используется для определения того, находится ли ожидаемая частота аварий с числом смертельных исходов, превышающих N, в пределах зоны приемлемости риска.

Если при оценке риска установлено, что его величина находится в зоне «неприемлемого» риска, то владельцы предприятия должны принять серьезные меры по снижению риска до приемлемого уровня.

Если при оценке риска установлено, что величина риска находится «между двумя линиями», разграничивающими зоны приемлемого и неприемлемого риска, то владельцы предприятия должны принять для снижения риска такие меры, которые считаются разумными с практической точки зрения. Под этим подразумевается, что реализация этих мер не должна требовать неоправданно высоких затрат или неоправданно больших усилий.

F-N кривая свидетельствует о том, что одна крупная авария гораздо менее приемлема, чем несколько небольших аварий. Трагическая авария с атомоходом «Курск» унесла более 100 жизней в августе 2000 года. Люди были вне себя по этому поводу и требовали от правительства принятия серьезных мер. Однако никто громко не требует таких действий в отношении автомобильных катастроф, хотя порядка 550 человек погибают на дорогах России каждую неделю.

Понятие "чрезмерный уровень риска" в последнее время получило широкое распространение в практической деятельности по обеспечению безопасности.

Для характеристики индивидуального риска применяют понятие предельно допустимого уровня риска (ПДУ) или уровень приемлемого риска, который должен быть настолько низким, чтобы это не вызывало какого-либо беспокойства индивидуума. Соответственно, установление конкретного численного значения для ПДУ - это, в первую очередь, социальная проблема, решение которой входит в компетенцию социальных наук и политики. Естественно, что ее решение основывается на стремлении установить конкретное численное значение для величины ПДУ на таком низком уровне, какой технически достижим. Однако при этом учитывается, что такое стремление, как показывают практика и расчеты, связано с очень большими экономическими затратами на снижение риска, которые в конечном итоге, как правило, ведут к нерентабельности самой хозяйственной деятельности. В силу этого, при установлении конкретного численного значения для ПДУ риска, отдавая приоритет социальным аспектам проблемы, учитывают и уровень экономического развития, достигнутого в рассматриваемой социально-экономической системе. Принятое конкретное значение для ПДУ, как обязательное условие, должно соответствовать социальным требованиям и в то же время обеспечивать жизнеспособность дальнейшего развития экономики рассматриваемой социально-экономической системой. Более высокий уровень экономического развития позволяет установить более низкие значения для ПДУ.

*Выделяются три области индивидуального риска:*

- область *чрезмерного* риска: любая деятельность, характеризующаяся для какого-либо индивидуума уровнем риска из этой области, недопустима, если даже она выгодна для общества в целом;
- область *пренебрежимого* риска: любая деятельность с уровнем риска из этой области не контролируется регулирующим органом;
- область *приемлемого* риска; любая деятельность с уровнем риска из этой области является объектом контроля для регулирующего органа. Уровень риска, приемлемый для той или иной деятельности, определяется, исходя из экономических и социальных аспектов в соответствии с принципами управления риском.

Так как проблема установления конкретных численных значений для ПДУ и пренебрежимого уровня рисков является социально-экономической, то ее решение зависит от социально-экономических условий, характеризующих СЭС. Как следствие этого, численные значения (критерии) для этих видов риска, принятые или предлагаемые в практической деятельности различными национальными организациями, отличаются от страны к стране.

При этом, исходя из того, что обусловленная опасностью смерть является исключительно недопустимым событием, под индивидуальным риском, как правило, понимают риск смерти для индивидуума.

Например, в Нидерландах на законодательном уровне для индивидуального ПДУ риска, обусловленного хозяйственной деятельностью, принято значение риска смерти, равное  $10^{-6}$  в год. За основу был принят риск смерти индивидуума в возрасте 10-15 лет, который согласно статистическим данным по возрастной смертности составляет  $10^{-4}$  в год и является минимальным на протяжении всей его жизни. Отметим для сравнения, что максимальный риск смерти для человека соответствует первому году его жизни и равен  $2 \times 10^{-2}$  в год. В Нидерландах, основываясь на этих данных, для ПДУ риска принято значение, которое составляет 1 % от риска смерти в возрастном интервале от 10 до 15 лет, т. е.  $10^{-6}$  в год.

В ряде других стран для индивидуального ПДУ риска установлены большие значения, чем в Нидерландах. Однако уровень риска смерти выше  $10^{-4}$  в год в качестве значения для ПДУ однозначно признается неприемлемым (чрезмерным). Расчеты показывают, что ПДУ риска для России, учитывая ее социально-экономический уровень развития, должен составлять ориентировочно  $10^{-4}$  в год. Отметим, что именно такого значения для ПДУ риска придерживаются в Великобритании.

Что же касается численного значения для пренебрежимого риска, то в настоящее время общепринятой является точка зрения, согласно которой риск смерти для индивидуума менее  $10^{-8}$  в год можно рассматривать как пренебрежимый. В Нидерландах такое значение для уровня пренебрежного риска обосновывается из условия, что его показатель должно составлять 1 % от принятого в стране значения приемлемого ПДУ.

В некоторых случаях показателем риска в рамках технократической концепции является произведение величины ущерба  $Q$  на время  $t$ :

$$R=Q \cdot t$$

Пример. Рассматриваются два варианта системы энергоснабжения объекта.

Вероятность аварии для первого составляет  $10^{-1}$  1/год, а второго -  $10^{-3}$  1/год. Возможный ущерб в случае аварии первой системы составляет 2 млн руб., а второй - 100 млн руб. Какой проект предпочтительнее с точки зрения безопасности?

Экономический риск при эксплуатации первой системы составляет

$$R_1 = Q_1 t_1 = 10^{-1} \text{ аварий/год} \times 2 \text{ млн руб./аварию} = 200 \text{ тыс. руб./год.}$$

Соответственно для второго варианта

$$R_2 = 10^{-3} \text{ аварий/год} \times 100 \text{ млн руб./аварию} = 100 \text{ тыс. руб./год.}$$

Так как  $R_2 < R_1$ , то второй вариант предпочтительнее.

Составить модели для вероятности реализации негативного события и стоимостного выражения различных ущербов для всех объектов воздействия весьма затруднительно. Поэтому на практике часто используются качественные

методы, основанные на установлении категорий вероятности (реализуемости) и последствий, а затем присвоении каждой категории определенного рейтинга.

Сочетая две эти модели, можно построить матрицу качественно-количественных характеристик собственно риска R. Величины риска R можно подразделить условно на пять категорий, например, а также выделить области безусловно допустимых, приемлемых и чрезмерных рисков. В таблице области недопустимых, ограниченно допустимых и безусловно допустимых рисков выделены шрифтом (области недопустимых — жирный шрифт, ограниченно допустимых — курсив и безусловно допустимых рисков — обычный шрифт).

В зависимости от величины рисков может проводиться их приоритизация, т. е. расстановка по порядку. Это необходимо для установления очередности реализации мер защиты и соответствующего распределения средств на их проведение (инвестиций).

Таблица. Качественное описание последствий аварий

Уровень последствий (рейтинг)	Степень последствий	Описание последствий	Соответствующая количественная оценка ущерба (долл./авария)
1	Незначительные	Отсутствие травм, незначительные повреждения, выбросы, сбросы	$<10^3$
2	Малые	Малые повреждения, незначительные травмы, быстрая ликвидация последствий собственными силами	$10^3 - 10^4$
3	Умеренные	Повреждения средней тяжести, несущественные повреждения функций объекта, травмы с временной потерей трудоспособности, наличие аварийный	$10^4 - 10^5$

		сбросов, выбросов	
4	Значительные	Несчастные случаи с потерей трудоспособности, небольшие разрушения, существенные нарушения функций объекта, значительные аварийные сбросы, выбросы	$10^5$ - $10^6$
5	Катастрофические	Смертельные случаи, значительные разрушения, полное нарушение функций объекта, ликвидация последствий требует значительных ресурсов	$>10^6$

Таблица. Качественное описание характеристик реализуемости

Уровень реализуемости (рейтинг)	Степень реализуемости	Описание реализуемости	Соответствующая количественная оценка вероятности события, 1/год
1	Невероятно	Событие может произойти только в исключительных обстоятельствах. Можно полагать, что оно не произойдет за все время существования системы.	$<10^{-3}$
2	Маловероятно	Событие может случиться, но весьма редко, т.е. вряд ли произойдет за время существования системы, но его нельзя исключать из рассмотрения.	0,001-0,01
3	Вероятно	Может произойти в	0,01-0,1

		некоторых случаях (происходит в среднем один раз за время существования системы).	
4	Весьма вероятно	Вероятно будет происходить в большинстве обстоятельств (происходит несколько раз на протяжении существования системы)	0,1-0,5
5	Почти наверняка	Ожидается, что событие будет происходить при всех обстоятельствах. Для системы происходит достаточно часто на протяжении времени ее существования	>0,5

Таблица. Матрица качественно-количественных характеристик риска

Реализуемость	Последствия				
	1	2	3	4	5
1	1	2	3	4	5
2	2	4	6	8	10
3	3	6	9	12	<b>15</b>
4	4	8	12	<b>16</b>	<b>20</b>
5	5	10	<b>15</b>	<b>20</b>	<b>25</b>

Таблица. Качественное описание характеристик риска

Категория риска	R	Характеристика	Приемлемость
Экстремальный	>20	Необходимы немедленные действия	Недопустимый (чрезмерный)
Высокий	15- 20	Необходимо повышенное внимание высшего руководства и ответственных лиц	
Средний	10- 15	Необходимо определение ответственных лиц	Ограниченно допустимый (приемлемый)
Низкий	5-10	Применяются обычные	

		процедуры управления	
Пренебрежимый	<5		Безусловно допустимый

### Контрольные вопросы к теме 2:

1. Предпосылки для возникновения научного направления оценки и управления риском.
2. Классификация рисков по степени влияния на жизнедеятельность человека.
3. Классификация рисков по объекту рассмотрения, по субъекту и причине возникновения.
4. Показатели при измерении рисков.
5. Измерение рисков различных видов деятельности FAR.
6. Индивидуальный и общесоциальный риск.
7. Области индивидуального риска.
8. Критерии оценки индивидуального риска.



### **Тема 3. Анализ производственного риска**

**Аннотация:** в данной теме рассматриваются причины роста техногенных аварий, основные методы оценки техногенного риска, вклад человеческого фактора в развитии техногенной аварии, рассматриваются основные этапы оценки экологического риска, принципы регионального управления риском.

**Ключевые слова:** техногенная авария, человеческий фактор, методы оценки риска

#### **Методические рекомендации по изучению темы:**

Необходимо изучить лекционный материал с определениями основных понятий. После этого следует ответить на контрольные вопросы.

#### **Источники информации:**

Основные направления обеспечения безопасности человека и окружающей среды при техногенных чрезвычайных ситуациях. Методическая разработка для студентов, обучающихся по специальности «Защита окружающей среды» (инженер-эколог) /Сост. В.А. Цветков. – Ульяновск: УлГТУ, 2001. – сс. 5-65.

Программа TACIS «Управление безопасностью в обрабатывающей промышленности»

Тихомиров Н.П., Потравный И.М., Тихомирова Т.М. Методы анализа и управления эколого – экономическими рисками – М., 2003.- с.38-85.

Сынзыныс Б.И., Тянтова Е.Н., Мелехова О.П. Экологический риск. Учебное пособие.-М.: Логос, 2005.- сс.5-145.

Инженерная экология и экологический менеджмент : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальностям "Инженерная защита окружающей среды", "Безопасность технологических процессов и производств" / [М.В. Буторина, Л.Ф. Дроздова, Н.И. Иванов и др.] ; под ред. Н.И. Иванова и И.М. Фадына .— Изд. 3-е .— Москва : Логос, 2011 .— сс.123-342.

Алымов В.Т., Тарасова Н.П. Техногенный риск. Анализ и оценка. Учебное пособие.- М.: ИКЦ "Академкнига". 2005.- сс.10-118.

Промышленная экология: Учебник / Ф.Ф. Брюхань, М.В. Графкина, Е.Е. Сдобнякова. - М.: Форум, 2011. - 208 с.  
<http://znanium.com/bookread.php?book=208909>

Промышленная экология: Учебное пособие / Б.С. Ксенофонов, Г.П. Павлихин, Е.Н. Симакова. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013. - 208 с.  
<http://znanium.com/bookread.php?book=327494>

Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие / Ш.А. Халилов, А.Н. Маликов, В.П. Гневанов; Под ред. Ш.А. Халилова. - М.: ИД ФОРУМ: ИНФРА-М, 2012. - 576 с. <http://znanium.com/bookread.php?book=238589>

### **Список сокращений**

ЧС – чрезвычайная ситуация

ОС – окружающая среда

ЗВ – загрязняющие вещества

ID - индекс Доу

ФЗ - Федеральный закон

### **Глоссарий:**

**АВАРИЯ** - опасное происшествие в технической системе, на промышленном объекте или на транспорте, создающее угрозу жизни и здоровью людей и приводящее к разрушению производственных помещений, сооружений, серьезному повреждению или уничтожению оборудования, механизмов, транспортных средств, сырья и готовой продукции, к нарушению производственного процесса и нанесению ущерба окружающей природной среде.

**АВАРИЯ ЗАПРОЕКТНАЯ** - авария, вызванная не учитываемыми для проектных аварий исходными событиями или сопровождающаяся дополнительными по сравнению с проектными авариями отказами систем безопасности, исключая единичный отказ, реализацией ошибочных решений персонала, которые могут привести к тяжелым последствиям.

**АВАРИЯ ПРОЕКТНАЯ** - авария, для которой проектом определены исходные события и конечные состояния и предусмотрены системы безопасности,

обеспечивающие, с учетом принципа единичного отказа систем безопасности или с учетом одной, независимой от исходного события ошибки персонала, ограничение ее последствий установленными для таких аварий пределами.

**АВАРИЙНАЯ СИТУАЦИЯ** - состояние технической системы, объекта, характеризующееся нарушением пределов и (или) условий безопасной эксплуатации и не перешедшее в аварию.

**АНАЛИЗ БЕЗОПАСНОСТИ** - анализ и расчет опасностей, связанных с осуществлением предполагаемой деятельности.

**АНАЛИЗ ОПАСНОСТЕЙ** - выявление нежелательных событий, влекущих за собой реализацию опасности, анализ механизмов возникновения подобных ситуаций и, как правило, оценка масштаба, величины и вероятности любого события, способного оказать поражающее действие.

**АНАЛИЗ РИСКА** - процесс выявления (идентификации) и оценки опасностей для отдельных лиц, групп населения, объектов, окружающей природной среды и других объектов рассмотрения.

**ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОПАСНОСТИ** - процесс выявления и признания, что опасность существует, и определения ее характеристик.

**ИНЦИДЕНТ** - отказ или повреждение технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, отклонение от режима технологического процесса, нарушение законодательных и иных нормативных правовых актов Российской Федерации, а также нормативных технических документов, устанавливающих правила ведения работ на опасном производственном объекте.

**КАТАСТРОФА** - крупная авария, повлекшая за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей и разрушения или уничтожение объектов и других материальных ценностей в значительных размерах, а также приведшая к серьезному ущербу окружающей среде.

**НАДЕЖНОСТЬ** - свойство объекта выполнять заданные функции в заданном объеме при определенных условиях функционирования. Надежность - комплексное свойство, которое в зависимости от назначения объекта и условий

его эксплуатации может включать ряд свойств (в отдельности или в определенном сочетании), основными из которых являются следующие: безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость, устойчивоспособность, режимная управляемость и живучесть.

**НЕГАТИВНАЯ СИТУАЦИЯ** - состояние системы "человек - среда обитания", характеризующееся отклонением от условий безопасного взаимодействия.

**НЕОБНАРУЖЕННЫЙ ОТКАЗ** - отказ системы (элемента), который не проявляется в момент своего возникновения при нормальной эксплуатации и не выявляется предусмотренными средствами контроля в соответствии с регламентом техобслуживания и проверок.

**ОТКАЗ (НЕПОЛАДКА)** - событие, заключающееся в нарушении работоспособности состояния оборудования, объекта.

**ОТКАЗ ПО ОБЩЕЙ ПРИЧИНЕ** - неспособность ряда устройств или узлов выполнять свои функции в результате единичного конкретного события или причины. К таковым обычно относят недостаток проекта, погрешность в изготовлении, ошибки во время эксплуатации и технического обслуживания, природное явление, вызванное деятельностью человека событие, насыщение сигналов или непреднамеренные нарастающие последствия от любой другой операции, или отказа на технологической установке, или от изменения условий окружающей среды.

**ОШИБКА ПЕРСОНАЛА** - единичное неправильное действие при управлении техническими системами или единичный пропуск правильного действия, важных для безопасности.

**ОШИБОЧНОЕ РЕШЕНИЕ** - неправильное, непреднамеренное выполнение или невыполнение ряда последовательных действий из-за неверной оценки протекающих технологических процессов.

**ПЕРСОНАЛ** - все лица, работающие с техническими системами постоянно или временно.

**ПЛОЩАДКА** - участок, на котором находится промышленное предприятие, имеющий границу и находящийся под эффективным контролем

административного руководства промышленного предприятия (организации-исполнителя).

**ПРОИСШЕСТВИЕ** - событие, состоящее из воздействия опасного фактора с причинением ущерба людским, природным и материальным ресурсам.

**ПРОМЫШЛЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ** - совокупность технологических установок для выпуска определенных продуктов или продукции, размещаемых на определенной площадке.

**ПОСЛЕДСТВИЯ АВАРИИ** - возникшая в результате аварии обстановка, наносящая ущерб за счет превышения установленных пределов воздействия на персонал, население и окружающую среду.

**СИСТЕМЫ (ЭЛЕМЕНТЫ) БЕЗОПАСНОСТИ** - системы (элементы), предназначенные для выполнения функций безопасности.

**ЧРЕЗВЫЧАЙНОЕ ОБСТОЯТЕЛЬСТВО** - негативное событие, вызванное источником чрезвычайной ситуации либо массовыми беспорядками и приведшее к гибели людей или угрозе их жизни и здоровью, ущербу государственной и другим видам собственности, личному имуществу граждан и окружающей природной среде на определенной территории.

**ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР** - комплекс психофизиологических особенностей человека (восприятие информации, принятие решений, психологические установки и т. п.), играющий важную роль в промышленной безопасности.

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ РИСК** - вероятность наступления события, имеющего неблагоприятные последствия для природной среды и вызванного негативным воздействием хозяйственной или иной деятельности, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера

**Вопросы для изучения:**

1. Причины техногенных аварий.
2. Методы оценки техногенного риска.
3. Этапы оценки экологического риска.

Статистика свидетельствует, что число жертв техногенных катастроф в России в 2011 году увеличилось на 60% по сравнению с предыдущим годом. Количество катастроф выросло на 11% (<http://www.utro.ru/news/2012/01/16/1022714.shtml> (доступно 20.02.2012)). Количество погибших (668 человек) в результате ЧС техногенного характера увеличилось на 60% по сравнению с 2010 годом (418 человек) и на 14% ниже среднесноголетних показателей (773 человека). В 2011 г. на территории России было зарегистрировано 156 техногенных аварий и катастроф, что на 11% превышает показатель предыдущего года. К техногенным чрезвычайным ситуациям не относятся пожары в жилом секторе, а также на объектах экономики. Наиболее крупные из ЧС 2011 года - взрывы на складах с боеприпасами в поселке Урман Иглинского района Башкирии и крушение теплохода "Булгария" в Татарстане. При техногенных ЧС пострадали 962 человека, что на 35% выше, чем в 2010 году (715 человек) и на 0,2% ниже среднесноголетних значений (964 человека) по данным центра "Антистихия". Основными причинами являются:

- неудовлетворительное техническое состояние оборудования (в процентах) - 47;
- неудовлетворительная организация и проведение опасных работ – 13;
- нарушения при пуске установок после длительного простоя и ремонта - 5;
- нарушение технологической дисциплины – 21;
- нарушение производственной дисциплины – 7;
- неисправность средств автоматики – 5.

В соответствии с принятыми представлениями происшествие наступает тогда, когда появляется полный набор условий (факторов) его возникновения. При этом каждое условие возникновения происшествия рассматривается как предпосылка к происшествию. Чем больше появилось предпосылок к происшествию и чем более они существенны, тем выше риск. Признак опасности рассматривается как условие наступления предпосылки к происшествию.

Потенциальная опасность объектов техносферы проявляется в случае их аварий. Иницирующими или исходными событиями для аварий являются аварийные ситуации. Аварийная ситуация с объектом — это сочетание условий и обстоятельств, создающих аварийные воздействия на объекты. Причинами аварийных ситуаций могут быть как внутренние, так и внешние по отношению к потенциально опасным объектам события, т. е. источники опасности могут быть внутренними и внешними. К внутренним источникам опасности относятся низкая надежность оборудования и персонала («человеческий фактор»). Внутренние события — это отказы технических устройств, влияющих на безопасность, ошибочные действия персонала, пожары и др., а внешние — опасные природные, техногенные (например, транспортные аварии при перевозке опасных грузов) и социальные (акты технологического терроризма) явления.

Внешними источниками опасности для объектов техносферы являются окружающая природная среда, другие объекты техносферы, само общество. В них при определенных условиях возникают иницирующие события для аварий и катастроф на объектах промышленности, в ходе которых формируются внешние воздействия на объекты (нерегламентированные, аварийные, поражающие и др.), а также ошибочные и несанкционированные действия.

В основе возникновения происшествий лежит воздействие негативного фактора на защищаемый объект. Виды и параметры аварийных воздействий на потенциально опасные объекты при их эксплуатации определяются с помощью специально разрабатываемых моделей аварийных ситуаций с ними.

Всякое происшествие характеризуется исходными событиями, путями (каналами) протекания и последствиями. Развитие аварийной ситуации в происшествие может идти по различным каналам с исходами, различающимися тяжестью последствий.

#### *Основные элементы системы анализа техногенного риска*

В зависимости от масштаба последствий различают инцидент, аварию и катастрофу. Под инцидентом понимается отказ или повреждение технических

устройств, применяемых на опасном производственном объекте, отклонение от режима технологического процесса, нарушение положений нормативных правовых документов, устанавливающих правила ведения работ на опасном производственном объекте.

Аварией обычно считается происшествие, в результате которого повреждена или разрушена техника, без гибели людей. Это опасное техногенное явление, произошедшее по конструктивным, производственным, технологическим или эксплуатационным причинам либо из-за внешних воздействий, заключающееся в повреждении, выходе из строя, разрушении технических устройств или сооружений, сопровождающееся нарушением производственного процесса или функционирования системы и связанное с опасностью для жизни и здоровья людей, материальными потерями, нарушениями окружающей среды.

Крупная авария, повлекшая за собой человеческие жертвы, значительный материальный ущерб и другие тяжелые последствия, считается катастрофой. Согласно «Директиве по Севезо» крупной аварией считается значительный выброс опасных или вредных веществ, пожар или взрыв, явившиеся результатом не поддающегося контролю развития событий в ходе промышленной деятельности, ведущие к серьезной непосредственной или отложенной опасности для человека (как внутри, так и вне территории предприятия), а также для окружающей среды. Особенностью аварий с потенциально опасными объектами является причинение ущерба человеку и окружающей среде при реализации негативных факторов, присущих этим объектам. Для радиационно опасных объектов авария может быть связана с выходом радиоактивных веществ за пределы объекта в количествах, приводящих к недопустимому облучению персонала и населения.

В ходе аварий и катастроф формируются негативные факторы для персонала, населения прилегающих территорий, объектов техносферы, окружающей природной среды. Их взаимодействие с различными объектами приводит к ущербу. Угроза причинения ущерба объекту имеет место в том случае, когда



последний, в случае реализации опасного явления, может находиться в зоне действия его негативных факторов.

В качестве объекта воздействия негативных факторов в зависимости от цели оценки могут рассматриваться отдельные лица из персонала или населения (оценка индивидуального риска для заданных условий профессиональной деятельности или жизнедеятельности), группы или категории персонала (оценка коллективного риска), население региона и страны в целом (оценка социального риска), объекты техносферы (оценка риска их разрушения), экономика государства (оценка макроэкономических последствий и стратегических рисков), окружающая среда (оценка экологического риска).

### **Методы оценки техногенного риска**

#### *Методы статистической идентификации*

Обычно применяются для установления (или отрицания) факта существования риска при наличии определенного и часто значительного объема информации, отражающей частоту негативных событий, уровни понесенных прямых и косвенных ущербов, реальные и нормативные показатели силы воздействия и т.д.

*Статистические* методы можно условно разделить на прямые и косвенные. К косвенным относятся методы корреляционного анализа, основанные на использовании коэффициентов корреляции. Например, на существование риска заболеваемости может указывать высокое значение коэффициента корреляции между уровнем содержания ЗВ в той или иной среде и уровнем заболеваемости населения, рассчитанного по информации, отражающей соответствующие показатели на территории. Высокие значения показателя коэффициента корреляции между характеристиками качества ОС (воздуха) и показателями скорости износа фондов (оборудования, зданий и т.п.), рассчитанного на основе информации, собранной по территориям и имеющимся на них предприятиям, могут служить подтверждением существования риска материальных, имущественных потерь у предприятий и населения.

К прямым статистическим методам идентификации рисков относятся, например, методы проверки гипотез. Самое широкое применение они находят при решении задач идентификации рисков аварий и катастроф на производстве. В ходе производственного процесса неизбежно возникают отказы, сбои в работе оборудования и другие нарушения. Если их количество не очень велико по сравнению с нормативными параметрами надежности и они не слишком существенны по своим последствиям, то это можно рассматривать как свидетельство отсутствия риска крупной аварии. При изношенном, неотрегулированном оборудовании обычно существенно возрастает поток сбоев, отказов в его работе. Этот факт, как правило, указывает на появление риска аварии, поскольку возрастает вероятность одновременных отказов на разных участках технологического цикла, что может привести к серьезным негативным последствиям (взрыву, выбросу больших объемов ЗВ в ОС и т.п.).

Число сбоев за единичный интервал времени определяется как

$\omega = x/\tau$ , т.е. число происшедших сбоев  $x$  за период  $\tau$ .

На исправном оборудовании число сбоев за период  $\tau$  в среднем не должно превышать некоторого «нормативного» (допустимого) их количества  $\bar{x}$ . Для установления факта аварии в этом случае необходимо определить выборочное среднее число сбоев за  $n$  временных интервалов длиной  $\tau$ .

где  $x_i$  – число сбоев в оборудовании в  $i$ -м временном интервале.

К прямым статистическим методам идентификации рисков относятся и методы индексов опасности, которые также используются при установлении риска аварий на производстве с экологическими последствиями. Они позволяют получить интегральную оценку риска, не подвергая детальному анализу производственные процессы. Согласно этим методам степень опасности производства определяется некоторым количеством показателей (индексом). Примером такого показателя является индекс Доу, который обычно используется при идентификации рисков пожароопасности и взрывоопасности (Dow Fire and Explosion Index).

Значение индекса Доу (ID) рассчитывается как произведение двух интегральных характеристик – узлового показателя опасности и материального фактора:

$$ID=FM$$

Здесь М – материальный фактор, представляющий собой количественную меру интенсивности выделения энергии из материалов, хранящихся или находящихся в процессе переработки на предприятии. Его значение рассчитывается по всему перечню опасных химических веществ и материалов как средневзвешенная по их объемам и индексам опасности величина:

Где  $r_i$ – удельный вес  $i$ -го вещества

$N_i$ – индекс опасности  $i$ -го вещества, определенный по специальной шкале опасностей (в пределах от 1 до 40)

F – узловой показатель опасности.

$$F = f_1 f_2$$

$f_1$  – показатель общих опасностей, представляющий собой количественную меру совокупности факторов, которые, как правило, увеличивают размер ущерба при наступлении неблагоприятного события (частота использования материалов и их перемещения, тип реакций в процессе и т.п.);

$f_2$  – показатель специфических опасностей, определяемый по уровню факторов, увеличивающих вероятность возникновения пожара или взрыва (температура, пыль, давление, количество нагревательных приборов и устройств, площадь, занятая легковоспламеняющимися материалами и т.п.).

Каждый из таких факторов характеризуется определенным уровнем потенциальной опасности.

Индекс Доу может принимать значения от 1 и выше. Обычно значение ID в пределах от 1 до 60 соответствуют предприятиям с пренебрежимо низкими уровнями риска взрыва или пожара. С увеличением его значения более 60 риски этих неблагоприятных событий признаются существенными.

Как разновидность индексных методов идентификации риска (обычно риска заболеваемости, смертности населения) можно рассматривать методы прямого

сопоставления уровней загрязнения ОС с пороговыми (допустимыми) концентрациями ЗВ.

#### *Экспертные методы идентификации риска*

Применение этих методов связано с тем, что в некоторых случаях еще не собрана статистическая база о частоте негативных событий, возможных ущербах от них. В этих случаях использование статистических и аналитических методов не представляется возможным и приходится призывать на помощь опыт и интуицию специалистов (экспертов).

Экспертные методы обычно сочетаются с математическими методами обработки результатов экспертиз, позволяющими отсеять случайные решения (выводы), выявить оригинальные мнения экспертов, свободные от влияния устаревших «традиций», установить группы экспертов, придерживающихся сходных или противоположных взглядов на проблему риска, и определить причины такого сходства или различия.

Экспертные методы подразделяются на индивидуальные и коллективные. К индивидуальным относятся, например, метод «интервью», аналитические докладные записки, написания сценария. Индивидуальные методы предполагают полностью независимую работу каждого из экспертов над решением поставленной проблемы.

В методе интервью эксперт опрашивается по специально разработанной программе (опросному листу). Цель задаваемых вопросов состоит в выявлении: потенциальных источников опасности (производства с высокой степенью аварийности, хранение опасных ЗВ, отходов) и экстремальных условий их функционирования (температурные режимы и их колебания, давление, гидравлические удары); событий, инициирующих аварии и катастрофы (технологические нарушения – измерение давления, температуры, расходов топлива и сырья, загрязнения и т.д.; спонтанные технологические реакции – полимеризация, взрыв, разложение; разгерметизация, неисправности оборудования и т.д.); факторов, способствующих эскалации аварии (ошибки операторов, отказ систем безопасности; источники зажигания – печи, факела,

электропроводка; каскадные эффекты, внешние метеорологические условия); факторов безопасности (наличие дублирующих систем, систем ручного управления, аварийного отключения, изоляции, надежность перегородок, стенок котлов, баков, вентиляции, противопожарной защиты);исходов аварий, катастроф (выбросы ЗВ в ОС, их скорость распространения в ОС, пожары, взрывы) и их последствий (загрязнения, разрушение ОС, ущербы материальным ресурсам, населению).

Составление аналитических экспертных записок включает самостоятельную работу эксперта над анализом ситуации. Результатом является докладная записка с обоснованием возможности проявления неблагоприятного события и нанесения ущерба. Как модификацию аналитической экспертной записки можно рассматривать написание сценария зарождения и развития неблагоприятного события, нанесения ущерба различным объектам. В основе сценария лежит установление и описание реальной логической последовательности ситуаций, которые приведут к возникновению ущерба.

Одним из широко используемых и эффективных методов получения группового решения является метод Делфи. Обычно он проводится в несколько туров. На первом эксперты индивидуально пытаются решить поставленную перед ними проблему, отвечая на вопросы, разрабатывая сценарий или другим заранее оговоренным способом. Их ответы обрабатываются, рассчитываются обобщенные характеристики экспертизы (средние, крайние мнения), которые сообщаются экспертам перед вторым туром. Во втором туре эксперты решают поставленную перед ними задачу заново. Результаты обработки ответов экспертов во втором туре вместе с аргументацией, но с сохранением анонимности, снова передаются экспертам. После чего проводится третий тур экспертизы. Как правило, на практике оказывается 4 туров опросов, после чего мнения экспертов либо сближаются, либо разделяются на несколько групп, характеризующихся принципиальными различиями в предлагаемых решениях.

От метода Делфи по способу организации работы экспертов принципиально отличается метод, известный в литературе под названием «мозговой штурм»,

«мозговая атака», «метод коллективной генерации идей». Обычно его применяют при решении очень сложных, малоизученных проблем, с которыми не под силу справиться каждому из экспертов в одиночку. В ходе «мозгового штурма» решаются 2 задачи:

- выдвигаются (генерируются) идеи в отношении возможных вариантов решения поставленной проблемы;
- проводится анализ и оценка обоснованности выдвинутых идей.

При использовании данного метода отказываются от принципа анонимности экспертов. Их делят на 2 группы: одна занимается выдвижением идей и их обоснованием, другая – их разрушением, критикой. Независимость экспертов, свободное изложение ими своих идей, развитие идей коллег обеспечивает ведущий экспертизы (руководитель), который запрещает любые формы критики по поводу высказываемых мнений, инициирует активное вовлечение всех членов группы в обмен идеями.

### **Метод «Дерево отказов и дерево событий»**

Любой производственный комплекс или технологическая система состоит из таких элементов, как различные виды оборудования, материалы, обслуживающий персонал, окружающая производственная и природная среда. Опасные состояния вызываются одним или несколькими элементами, приводящими к отказам в системе. При анализе опасностей можно выделить три этапа:

- 1) идентификация опасностей;
- 2) логические процедуры формулирования различных вариантов решений и мероприятий;
- 3) выбор наилучшего решения для обеспечения безопасности.

Стадия идентификации опасностей выполняется на основе качественного анализа. Первый шаг к ликвидации опасностей – их выявление. Анализ включает определение потенциальных источников опасности, которые могут вызвать аварии. Оценка каждой опасности включает изучение вероятности ее

появления, а также серьезности травм или повреждений, к которым может привести авария.

Наиболее востребованным является анализ с помощью «дерева отказов». Этот метод имеет ряд преимуществ по сравнению с другими методами:

- четкая ориентация на отыскание отказов, выходов из строя;
- учет отказов оборудования и человеческого фактора (ошибки, неправильные решения, нарушения технологий и др.) в системе «человек – машина»;
- наличие графического материала дает большую наглядность, что позволяет проникнуть в процесс работы системы и поочередно детально анализировать отдельные элементы системы и отдельные отказы;
- возможность эффективного качественного и количественного анализа риска,

Основные понятия, определения и символы «дерева отказов»:

Событие – происшествие, явление, которое произошло в системе или элементе. Любое событие, происходящее в системе, имеет только два состояния – либо появляется, либо не появляется с определенной вероятностью. Событие не обязательно связано с отказом или неисправностью. Оно может появиться и при нормальном состоянии системы. Различают несколько разновидностей событий:

- Нормальное событие – событие, которое может появиться или не появиться в определенное время. Если это существенно, необходимо оговаривать время появления нормального события, например, в логистических операциях и ориентированных графах. Если это событие произошло не вовремя, то оно может считаться отказом.
- Отказ – событие, характеризующееся тем, что одно из двух его возможных состояний связано с ненормальной работой системы из-за поломки, дефекта или ошибки.
- Первичное событие (первичный отказ) – событие, вызванное особенностями самого компонента, элемента. Это его нерабочее состояние (например, отказ лампы, связанный с перегоранием нити накала и др.).

- Вторичное событие (вторичный отказ) – событие, вызванное внешней причиной (например, отказ лампы, связанный со скачком напряжения и др.).
- Головное, или результирующее, событие на вершине дерева – наступает в результате конкретной комбинации различных исходных событий. Обычно это результирующий отказ, приводящий систему к неблагоприятному, нежелательному состоянию, выявляемому априорно или апостериорно.
- Неполное событие – событие, причины которого выявлены не полностью. Это может быть обусловлено либо отсутствием необходимой информации, либо само событие в результате анализа не представляет особого интереса.

Отношения между различными событиями связываются логическими операциями «И» и «ИЛИ».

По схеме «И» сигнал на выходе появляется только тогда, когда поступают все входные сигналы. По схеме «ИЛИ» сигнал на выходе появляется при поступлении хотя бы одного сигнала. В некоторых случаях при исполнении операции «И» важна последовательность появления событий на входе. Может быть также операция «Исключающая ИЛИ», где только один из входов приводит к появлению выходного события, но при одновременном появлении событий на входе выходное событие не происходит. В этих ситуациях операции «И» и «ИЛИ» снабжаются дополнительными символами в виде овалов, располагаемых сбоку. Внутри овала помещается пояснение, комментарий:

Построение дерева отказов начинается с процессов синтеза и анализа, включающих несколько процедур. Процесс синтеза включает процедуры:

- определяется наиболее общий уровень, на котором должны быть рассмотрены все события, являющиеся нежелательными для нормальной работы рассматриваемой системы (например, взрывы, загорания, поражения электротоком, выброс токсичных веществ и др.);
- события разделяются на группы, которые формируются по некоторым общим признакам, например, по одинаковым причинам возникновения (организационные, технические причины; среди технических могут быть неисправности электрических, гидравлических систем и т.д.);



- с учетом общих признаков выделяется одно событие, к которому приводят все события каждой группы. Это событие будет головным и должно рассматриваться с помощью отдельного дерева отказов. В последующем такие деревья отказов по отдельным группам будут соединяться логическими операциями в общее дерево отказов.

Процесс анализа проводится в обратной последовательности, методом дедукции по схеме «сверху – вниз» и включает следующие процедуры.

- Выбирается головное событие, которое должно быть предотвращено. В одной системе могут рассматриваться несколько головных событий, являющихся вершинами различных групп событий.
- Отбираются все первичные и вторичные события, которые могут вызвать головное событие.
- Определяются отношения между вызывающими и головными событиями, в терминах логических операций «И» и «ИЛИ».
- Принимаются исходные значения величин, которые необходимы для дальнейшего анализа каждого из событий, выявленных на этапе 2 и 3. Для каждого вызывающего события повторяют этапы 2 и 3, при этом термин «головное событие» теперь будет относиться к данному событию-причине, которое продолжают анализировать.
- Этапы 2, 3, 4 продолжают до тех пор, пока все события не выразятся через основные события либо окажется нецелесообразным дальнейшее дробление из-за незначительности события, отсутствия данных и т.п.
- События представляются в виде диаграммы, при этом используются символы событий и условные операторы «И» и «ИЛИ». Для каждой системы обычно строится несколько деревьев отказов для различных категорий головных событий, имеющих разные последствия по серьезности.

Для статистически независимых событий при логической схеме «ИЛИ» вероятность появления завершающего выходного события в общем случае имеет вид:

$$P_0 = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - P_i),$$

где  $P_0$  - вероятность реализации выходного события;  $P_i$ —вероятность появления  $i$ -го входного события;  $n$  – число входов.

Если имеется схема с двумя входами ( $a$  и  $b$  – статистически независимые события), то вероятность появления выходного события имеет вид:

$$P_0 = P(a) + P(b) - P(a)P(b).$$

Если произведение  $P(a)P(b)$  очень мало, то полученное выражение приближенно можно записать:

$$P_0 = P(a) + P(b).$$

В случае схемы «ИЛИ» с  $n$  входами можно использовать приближенное соотношение:

$$P_0 = P(a) + P(b) + P(c) + \dots + P(n).$$

Последнее выражение дает хорошие результаты, если вероятности появления элементарных событий  $P(a)$ ,  $P(b)$ ,  $P(c)$ , очень малы и дает точный результат, если события  $a, b, c$ , являются несовместимыми.

В случае схемы «И» для  $n$  статистически независимых входных событий вероятность появления выходного события определяется по правилу умножения вероятностей:

$$P_0 = \prod_{i=1}^n P_i$$

Таким образом, для дерева отказов любой протяженности, можно вычислить вероятность наступления головного события, исходя из имеющейся вероятности первичных событий.

### **«Человеческий фактор - ошибки персонала»**

Человеческий фактор является общей частью большинства элементов техногенных систем и систем управления безопасностью. В идеале проект и работа оборудования должны противодействовать и контролировать негативные воздействия на него как в результате человеческих, так и

техногенных причин. Внимание к человеческому фактору связано с механизмом успешного достижения этого идеала.

Влияние руководителей и персонала на политику предприятия, компании в области промышленной безопасности

В сущности, каждый сотрудник должен быть уверенным, что безопасность и здоровье персонала – высший приоритет для руководителей, а весь персонал должен мотивированно стремиться к безопасной работе. Иными, словами, безопасность – приоритет в стратегической политике и в системе оперативного управления. Компании, на практике реализующие эту формулу, достигают впечатляющих результатов. Например, на химических заводах компании Дюпон в США ежегодно происходило 0,12 несчастных случаев в год на 100 работающих по сравнению с 2,8 в среднем по промышленности США.

Традиционно в России большое значение придается административному контролю за выполнением требований производственной безопасности. Разумеется, речь не идет об отказе от административного контроля. В определенных пределах он эффективен. Однако этот подход имеет свои естественные пределы, которые не могут быть преодолены за счет тотальной опеки и контроля. Чрезмерная опека в условиях реально низких рисков начинает казаться бессмысленной и сковывающей инициативу как контролируемым, так и контролерам. В результате она неизбежно превращается в пустую формальность.

Поэтому очень важно найти такие аргументы и формы взаимоотношений, при которых работники сами стремятся к безопасной работе. Обеспечение безопасности, снижение риска аварий должно быть элементом стратегической политики, разрабатываемой и осуществляемой высшим руководством. Наиболее важным является отношение высших руководителей к проблемам производственной безопасности. Если начальник низшего звена относится к безопасности серьезно, то и рабочие начинают относиться к ней так же. Эта политика должна включать разработанные при участии персонала и финансируемые предприятием мероприятия и планы действий по

всеобъемлющему повышению безопасности и снижению рисков. В первую очередь серьезное отношение должно подкрепляться существенным финансированием. В условиях недостаточного инвестирования даже незначительное финансирование необходимо обосновывать.

Влияние руководителей и персонала на техническое состояние оборудования, иные опасные условия. С учетом статистики приоритетное направление инвестиций – замена изношенного, дефектного и устаревшего оборудования, а также обеспечение его безопасного состояния. Конечно, инвестиции обосновываются исходя из экономических показателей, но с обязательным учетом рисков техногенных аварий на основе оценки потенциального ущерба здоровью и окружающей среде. Приоритетным направлением является замена машин и оборудования, предназначенных для транспортировки сырья, материалов и изделий. Как правило, это оборудование связано с перемещением больших масс, наличием быстро вращающихся деталей, трудно автоматизируемыми производственными процедурами. Типичные примеры такого оборудования – автокары, подъемные краны, транспортеры, перемещаемые опасные грузы, процессы, протекающие под высоким давлением и при высоких температурах. Как правило, эти производственные процессы предполагают существенное участие персонала. Безопасность зависит от симбиоза человека и машины, человека и производственного объекта. Пренебрежение к качеству соответствующего оборудования со стороны руководства неизбежно снижает мотивацию персонала в обеспечении безопасности. Дополнительными факторами такого рода являются опасное взаимное расположение производственных процедур, скопление транспорта, плохое освещение и видимость, шум, недостаточный воздухообмен и низкое качество воздуха. Существенно влияют на безопасность связанные с работой факторы организации труда: непосредственно работа, расписание и психологический климат. Работа в бухгалтерии менее опасна, чем в производственных и транспортных подразделениях, работа в непосредственной близости от опасных объектов опаснее, чем на некотором удалении и т.д.

Вероятность аварий увеличивается по мере нарастания усталости работающих, она выше в последние 3 часа работы, чем в первые 5. Соответственно риск аварий выше в ночное время по сравнению с дневным. Наконец, враждебное отношение между работающими, работа в состоянии стресса повышают вероятность несчастных случаев и аварий. Снижение рисков, вызванных опасными условиями – в основном прерогатива руководителей, но влияет это на весь персонал двояко. С одной стороны, это меняет объективные характеристики риска, с другой стороны - изменяет мотивацию персонала в обеспечении безопасности.

Перечислим опасные действия, целиком зависящие от персонала:

- Недостаточное использование защитных костюмов и средств личной защиты
- Брошенные материалы
- Работа с повышенным темпом
- Манипуляции с устройствами безопасности, ведущие к их повреждению
- Использование опасного оборудования, опасное использование оборудования
- Использование опасных процедур (смешивание, перемешивание, перемещение, погрузка)
- Нахождение в опасном положении под грузами, подъем грузов с опасностью для других
- Рассеянность, испуг, неуместные развлечения, вздорность, злоупотребления. Человек – авария (люди, склонные к несчастным случаям).

Для каждого вида опасных работ можно идентифицировать ряд измеримых и определяемых индивидуальных характеристик, нежелательных с точки зрения безопасности.

Зрение, адекватное восприятие пространственных масштабов, иные зрительные навыки играют важную роль в обеспечении безопасности при транспортировке грузов.

Возраст и опыт работы играют существенную роль. Общим является более высокий уровень аварий для персонала в возрасте до 28 лет. С увеличением опыта работы чаще всего риск уменьшается, но это не аксиома.

Не исключено, что восприимчивость должна быть быстрее, чем моторные навыки. По-видимому, это соотношение зависит от зрения, опыта состояния, но в значительной мере – от врожденных психических свойств. Психологическая устойчивость, мускульная координация и хорошее зрение могут проверяться при приеме на работу. Статистика подобных проверок говорит об их эффективности (риск уменьшается в разы).

Алкоголизм и наркомания. Алкоголизм в России является одним из основных факторов возникновения травм и увечий, часто со смертельным исходом. Среди причин смертности среди мужчин травмы и увечья стоят на первом месте. И хотя в основном это происходит за пределами производственных объектов, программа действий предприятия по снижению рисков аварий должна включать также административные и материальные наказания, реабилитацию и увольнения

Курение. Курение, особенно в сочетании с употреблением алкоголя – серьезная проблема для обеспечения безопасности, в первую очередь противопожарной. Кроме того, установлена корреляционная связь между курением и заболеваемостью органов дыхания, в частности онкологическими заболеваниями. Очевидно, отсутствие стимула заботиться о своем здоровье – серьезный аргумент при неприеме курильщика на работу в сложные опасные условия. Политика ограничений курения на предприятии должна соответствовать реальному составу персонала и отражать перспективные цели предприятия.

Стрессы и сгорание на работе. Сгорание на работе как фактор дополнительной опасности статистически трудно выделить. Как правило, это не рассматривается руководством как негативный фактор. Однако его крайние формы говорят о смещении шкалы ценностей таких работников и необходима психологическая помощь в их реабилитации.

*Ведомственный подход против объективности. Независимый контроль.*

Традиции отраслевого подхода к экономике, унаследованные от советских времен, предполагают приоритет ведомственных интересов над местными, региональными а порой и общечеловеческими. Это делает необходимым усилия по формированию общественного мнения локальных сообществ в вопросах независимого общественного и государственного контроля в вопросах промышленной безопасности.

Аналогично должна проводиться и независимая оценка последствий аварий. Это повысит объективность информации, позволит минимизировать ущерб.

Малозатратные и эффективные мероприятия по повышению промышленной безопасности.

Мероприятия по сокращению опасных действий:

- Наглядная агитация должна осуществляться в соответствии с другими мероприятиями и быть динамично меняющейся.
- Обучение персонала навыкам безопасной работы.
- Вовлечение высшего руководства в сокращение опасных действий – как способ увеличения чувства ответственности в вопросах безопасности.

### **Оценка экологического риска**

В последние годы в России приоритеты в природоохранной политике, основанные на учете ПДК и других норм и нормативных воздействий на природу, пересматриваются. Причина: невысокая эффективность нормативного подхода из-за возможности субъективного подхода к «норме» и манипулирования этим понятием. В связи с этим в основу государственной экологической политики в условиях прогрессирующего загрязнения постепенно закладывается концепция экологического риска.

Существуют различные определения экологического риска. Экологический риск – это вероятность наступления для здоровья человека неблагоприятных последствий. Экологический риск — вероятность возникновения отрицательных изменений в окружающей природной среде, или отдалённых

неблагоприятных последствий этих изменений, возникающих вследствие отрицательного воздействия на окружающую среду.

Экологический риск - вероятность наступления события, имеющего неблагоприятные последствия для природной среды и вызванного негативным воздействием хозяйственной или иной деятельности, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера (ст. 1 Федерального закона "Об охране окружающей среды" № 7-ФЗ от 10 января 2002 г.).

Экологический риск — это оценка на всех уровнях — от точечного до глобального — вероятности появления негативных изменений в окружающей среде, вызванных антропогенным или иным воздействием. Под экологическим риском понимают также вероятностную меру опасности причинения вреда природной среде в виде возможных потерь за определенное время.

Вред природной среде при различных антропогенных и стихийных воздействиях, очевидно, неизбежен, однако он должен быть сведен до минимума и быть экономически оправданным. Любые хозяйственные или иные решения должны приниматься с таким расчетом, чтобы не превышать пределы вредного воздействия на природную среду. Установить эти пределы очень трудно, поскольку пороги воздействия многих антропогенных и природных факторов неизвестны. Поэтому расчеты экологического риска должны быть вероятностными и многовариантными, с выделением риска для здоровья человека и природной среды.

Оценке допустимого экологического риска в последнее время уделяется все больше и больше внимания, особенно при принятии решений о вложении инвестиций в то или иное производство. При этом в случае антропогенного воздействия учитываются следующие правила допустимого экологического риска: 1) неизбежность потерь в природной среде; 2) минимальность потерь в природной среде; 3) реальная возможность восстановления потерь в природной среде; 4) отсутствие вреда здоровью человека и необратимость изменений в природной среде; 5) соразмерность экологического вреда и экономического эффекта.



Различают три главные составляющие экологического риска:

- оценка состояния здоровья человека и возможного числа жертв (это было рассмотрено в предыдущем разделе);
- оценка состояния биоты (в первую очередь фотосинтезирующих организмов) по биологическим интегральным показателям;
- оценка воздействия загрязняющих веществ, техногенных аварий и стихийных бедствий на человека и окружающую природную среду.

Так, например, оценка риска стихийных бедствий должна включать расчеты возможного числа погибших и пострадавших людей, а также экономических потерь. Вначале собирают фактические данные о природных опасностях на изучаемой территории, далее определяют их самые опасные типы и частоту проявления, затем составляют карту (или серию карт), отражающих вероятность развития опасных процессов. Помимо оценки риска необходимо организовывать и управление риском, которое предполагает принятие целого комплекса решений (политических, социальных, технических и экономических), направленных на снижение величины риска до приемлемого уровня. На основе анализа природных опасностей и уязвимости среды, выполненного совместно с проектировщиками, экономистами и социологами, оценивают риск и составляют карты риска. Эти карты, где указаны территории различной степени риска, помогают эффективно решать вопросы управления риском и планирования социально-экономического развития региона (области, района, города).

Любое превышение пределов допустимого экологического риска на отдельных производствах должно пресекаться по закону. С этой целью ограничивают или приостанавливают деятельность экологически опасных производств. Допустимый экологический риск оценивают с помощью государственной экологической экспертизы и в случае его превышения представленные для согласования материалы, отклоняют.

Фактор экологического риска существует на любых производствах, независимо от мест их расположения. Однако существуют регионы, где, в сравнении с

экологически более благополучными районами, во много раз превышены вероятность проявления негативных изменений в экосистемах, а также вероятность истощения природно-ресурсного потенциала и, как следствие, величины риска потери здоровья и жизни для человека. Эти регионы получили название зоны повышенного экологического риска (Петров, 1995).

В пределах регионов повышенного экологического риска выделяют зоны: 1) хронического загрязнения окружающей среды; 2) повышенной экологической опасности; 3) чрезвычайной экологической ситуации и 4) экологического бедствия.

К зонам чрезвычайной экологической ситуации относят территории, на которых в результате воздействия негативных антропогенных факторов происходят устойчивые отрицательные изменения окружающей среды, угрожающие здоровью населения, состоянию естественных экосистем, генофондам растений и животных.

В России к таким зонам относятся районы Северного Прикаспия, Байкала, Кольского полуострова, рекреационные зоны побережий Черного и Азовского морей, промзона Урала и др. Так, например, в районах Северного Прикаспия к старым проблемам: деградация пастбищ, низкое плодородие почв, дефицит пресной воды, интенсивная ветровая эрозия — добавились новые. В первую очередь это подтопление, прогрессирующее засоление и заболачивание земель, вызванное нагонными явлениями на расширившейся акватории Каспийского моря. Затопление и подтопление земель уже вызвало потерю 320 тыс. га сельскохозяйственных угодий.

Зона экологического бедствия указами Президента или постановлениями Правительства России на основе государственной экологической экспертизы объявляется часть территории Российской Федерации, на которой произошли необратимые изменения окружающей среды, повлекшие за собой существенное ухудшение здоровья населения, разрушение естественных экосистем, деградацию флоры и фауны. Прежде всего, это зона влияния аварии на Чернобыльской АЭС, а также Кузбасс, степные районы Калмыкии. В ближнем

зарубежье наиболее опасной экологической зоной являются Арал и Приаралье. Правовой режим и финансирование затрат по оздоровлению окружающей среды зависят от принадлежности территории к той или иной зоне повышенного экологического риска.

В процессе оценки экологической опасности нарушения компонентов окружающей природной среды используют расчетные методы, ориентированные не столько на определение фактического уровня нарушений природных балансов территории, сколько на оценку возможной экологической опасности нарушения объектами техносферы компонентов окружающей природной среды и территориальных природных комплексов.

Учитывая специфику эколого-ресурсных компонентов окружающей природной среды и направления природоохранной деятельности, оценка экологической опасности определяется по воздействию на атмосферный воздух, водные, земельные, растительные ресурсы, а также в целом для территориальных комплексов.

Оценка экологического риска является одним из элементов методологии анализа риска, включающей в себя оценку риска, управление риском и информирование о риске. Применение методологии оценки риска в качестве инструмента обоснования эффективных управленческих решений позволяет:

- разрабатывать механизмы и стратегию различных регулирующих мер по снижению риска;
- получать количественные характеристики экологического риска с детальным представлением всех этапов исследований и анализом неопределенностей, присущих этому процессу;
- сравнивать и ранжировать различные по степени выраженности эффектов воздействия негативных факторов среды;
- устанавливать границы вариабельности величин риска и неопределенностей, связанных с ограниченностью исходных данных или с нерешенностью научных проблем;
- снижать неопределенности анализа в процессе принятия решений;

- устанавливать более надежные безопасные уровни воздействия и экологические нормативы, в том числе региональные уровни минимального риска и целевые концентрации, которые должны быть достигнуты в процессе осуществления оздоровительных мероприятий;
- идентифицировать в конкретных условиях как наиболее подверженные неблагоприятному воздействию, так и наиболее чувствительные объекты живой природы;
- определять приоритеты экологической политики на территориальном и особенно местном уровнях. Осуществлять первоочередное регулирование тех источников и факторов риска, которые представляют наибольшую угрозу для экосистем;
- выявлять наиболее критические области, где снижение уровня неопределенности приведет к наиболее достоверной оценке риска и, тем самым, обеспечит наилучшие способы его снижения;
- качественно и количественно характеризовать уровни риска, которые сохранились после применения мер по его снижению;
- корректировать планы проведения экологического мониторинга с учетом приоритетных источников загрязнения, приоритетных загрязненных сред и химических веществ, вносящих наибольший вклад в экологический риск;
- осуществлять отбор прямых и косвенных индикаторов экологического риска;
- совершенствовать систему экологического нормирования и ее гармонизацию с международно признанными принципами, критериями и методами установления безопасных уровней воздействия химических веществ.

Оценка риска, как правило, осуществляется в соответствии со следующими этапами.

- Идентификация опасности (выявление потенциально вредных факторов, оценка связи между изучаемым фактором и нарушениями состояния экологических систем, достаточности и надежности имеющихся данных об уровнях загрязнения различных объектов окружающей среды исследуемыми

веществами; составление перечня приоритетных химических веществ, подлежащих последующей характеристике).

- Оценка зависимости "доза - ответ": выявление количественных связей между показателями состояния биологической системы и уровнями экспозиции.

- Оценка воздействия (экспозиции) химических веществ на биологическую систему: характеристика источников загрязнения, маршрутов движения загрязняющих веществ от источника к объекту исследования, пути и точки воздействия, определение доз и концентраций, воздействовавших в прошлом, воздействующих в настоящем или тех, которые возможно будут воздействовать в будущем, установление уровней экспозиции на организменном и популяционном уровне.

- Характеристика риска: анализ всех полученных данных, расчет рисков для популяции и сообществ, сравнение рисков с допустимыми (приемлемыми) уровнями, сравнительная оценка и ранжирование различных рисков по степени их статистической, токсикологической значимости, установление экологических приоритетов и тех рисков, которые должны быть предотвращены или снижены до приемлемого уровня.

Первый этап - идентификация опасности – это диагностика наличия вредных факторов среды и процесс установления причинно-следственных связей между их воздействием и изменениями в состоянии биологической системы. Диагностика факторов окружающей среды проводится с целью установления или отрицания того, являются ли они причиной негативных изменений в состоянии биологической системы.

Главная задача этапа идентификации опасных факторов окружающей среды заключается в определении степени опасности наиболее токсичных соединений, присутствующих в исследуемой области. Решение этой задачи проходит в трех направлениях. Первое направление касается определения критериев по установлению ответствующих признаков и свойств химических веществ, по которым их можно отнести к вредным компонентам. Второе направление состоит в определении принципов выбора наиболее опасных

соединений из всего многообразия химических загрязнений атмосферного воздуха, почвы или воды. Третье направление – это установление присутствия и распространения конкретного вещества или комплекса на исследуемой территории или объекте и наличие изменений в состоянии биологической системы, которые могли быть вызваны данным веществом. При этом важно учитывать всевозможные пути поступления токсикантов в экосистему.

Определение степени вредности фактора – это качественное установление потенциальной возможности данного химического агента оказывать вредное воздействие на организм/популяцию/сообщество. Для решения данной задачи необходимо: располагать информацией о физико-химических свойствах и биологической активности химических веществ, входящих в состав загрязнителей; иметь сведения о степени и характере острой, подострой и хронической токсичности (эта информация позволяет дать характеристику не только токсических свойств химических веществ, но и специфических эффектов и отдаленных последствий); иметь картину биохимических и морфологических изменений органов и тканей, а также метаболических свойств токсикантов. В конечном итоге идентификация риска включает в себя определение токсичности химического вещества для экосистемы.

Для обоснованного выбора приоритетных химических веществ следует придерживаться определенных требований, изложенных в Международной Программе по Химической Безопасности. Приоритетными считаются вещества, имеющие следующие характеристики:

- широкое распространение вещества в окружающей среде и уровни его воздействия, способные вызвать неблагоприятные изменения в экосистеме;
- устойчивость токсического вещества к воздействию факторов окружающей среды, его накопление в организме, включение в пищевые цепи или в природные процессы циркуляции веществ;
- частота и тяжесть неблагоприятных эффектов, наблюдаемых в состоянии экосистемы при воздействии токсического агента, при этом особенно важны

необратимые или длительно протекающие изменения в организме, приводящие к генетическим дефектам, или другие нарушения развития у потомства;

- постоянный характер действия;
- изменение (трансформация) химического вещества в окружающей среде или организме, приводящее к образованию продуктов, имеющих большую токсичность, чем исходное вещество.

Для оценки источников вредных воздействий и выбросов могут быть использованы количественные методы четырех типов:

- мониторинг;
- исследование аварий/катастроф и тестирование поведения аварийных объектов;
- статистические методы;
- моделирование.

Мониторинг окружающей среды как элемент общей оценки воздействия загрязнения окружающей среды позволяет получить представление о составе химических веществ в изучаемом регионе, об их свойствах и потенциальной опасности. Данные мониторинга могут быть использованы для оценки прошлых и текущих эмиссий или выбросов. Они также важны для калибровки моделей технологических и природных систем. Важную информацию по характеристике источников загрязнения можно получить из данных ежегодной инвентаризации промышленных отходов.

Статистические методы используются, чтобы проанализировать предварительно собранные данные об источниках рисков. Моделирование поведения и распространения химических веществ в различных средах (воде, воздухе, почве и др.) ставит задачу количественного определения концентраций. Математические модели успешно применяются для прогнозирования возможных концентраций токсикантов на изучаемой территории. С помощью моделей можно рассчитать количество поступления вредного вещества в организм.

На данном этапе также осуществляется отбор проб образцов воздуха, воды, почвы для лабораторного исследования. Объектами изучения могут быть и биологические пробы. Важно подчеркнуть, что идентификация потенциальной опасности химических веществ на первом этапе оценки риска носит в основном качественный характер. Опасность химических веществ рассматривается как их потенциальное свойство, которое может проявляться в конкретных условиях, т. е. по существу как признак взаимодействия ингредиента с организмом.

Таким образом, данный этап можно рассматривать как подготовительный для последующих этапов. Здесь осуществляется отбор химических веществ, определяются источники воздействия на изучаемой территории с учетом степени их потенциального риска.

Второй этап – оценка воздействия – состоит в измерении или определении величины экспозиции, ее частоты и продолжительности для каждого из компонентов окружающей среды.

Оценка риска на данном этапе носит интегральный характер, так как отражает распространение загрязнителей окружающей среды.

Для проведения оценки воздействий необходимо иметь информацию по таким вопросам, как:

- Скорость и количество выбросов химических веществ в окружающую среду, место, время и продолжительность выбросов;
- Путь химического вещества в окружающей среде после выброса, включая его перемещение, устойчивость и трансформацию;
- Пути поступления в организм загрязненного носителя (воздух, вода, пища и др.).

На третьем этапе происходит оценка зависимости «доза - ответ». Оценка зависимости «доза - ответ» - это поиск количественных закономерностей, связывающих получаемую дозу вещества с наблюдаемым неблагоприятным эффектом, т. е. вероятностью его возникновения. Это – зависимость между дозой введенного химического вещества и выраженностью токсического



повреждения. Под понятием «ответ» в данном случае понимается повреждение организма или доля популяции, в которой обнаружены какие-либо нарушения. Результаты изучения зависимости «доза - ответ» позволяют определить показатели токсичности, дать характеристику риска появления тех или иных негативных явлений и нарушений в функционировании экосистемы в зависимости от величины воздействия химического фактора.

Оценка зависимости «доза - ответ» осуществляется в несколько стадий:

- Сбор информации о токсических свойствах исследуемых веществ;
- Идентификация периодов воздействия и соответствующих показателей токсичности;
- Определение значений показателей токсичности для канцерогенных эффектов;
- Обобщение токсикологической информации.

Оценка зависимости «доза - ответ» проводится путем количественной обработки данных, включающих:

- Определение и количественное описание связи между воздействующей или поглощенной дозой вещества и частотой случаев негативных последствий для экосистемы;
- Установление с помощью математических моделей зависимости «доза - ответ», в частности, вероятности появления негативных последствий при воздействии данного вещества на организм/популяцию/сообщество.

Характеристика риска – заключительный, четвертый этап оценки риска. На этом этапе обобщаются полученные на предыдущих этапах данные о различных количественных и качественных характеристиках риска. На основе полученных результатов разрабатываются управленческие решения, связанные с экономическими, техническими и регулирующими мероприятиями. Этот этап включает в себя оценку риска канцерогенных эффектов, установление коэффициента опасности развития общетоксических эффектов, анализ и характеристику неопределенностей, связанных с оценкой и обобщением всей информации по оценке риска.

Заключительный этап – управление риском - включает разработку комплекса мероприятий по снижению экологического риска, в основе которого лежит анализ информации, полученной на предыдущих этапах.

### **Региональное управление риском**

Если говорить о региональных аспектах управления риском, то требуется создание системы управления риском на территории, целью которой являлось бы его устойчивое развитие при обеспечении безопасности человека и окружающей его среды в условиях повышения качества жизни каждого индивидуума, предполагает реализацию четырех принципов управления риском:

#### **1. Принцип оптимизации соотношений выгоды и ущерба (1-й принцип)**

Стратегическая цель управления риском - стремление к повышению уровня благосостояния общества (максимизация материальных и духовных благ) при обязательном условии: никакая практическая деятельность, направленная на реализацию цели, не может быть оправдана, если выгода от нее для общества в целом не превышает вызываемого ею ущерба (оправданность практической деятельности).

Этот принцип постулируется в одном из важнейших государственных документов России "Концепция перехода Российской Федерации к устойчивому развитию", в котором он сформулирован следующим образом "... никакая хозяйственная деятельность не может быть оправдана, если выгода от нее не превышает вызываемого ущерба".

#### **2. Принцип оптимизации защиты от опасности (2-й принцип)**

Тактическая цель управления риском - стремление к увеличению среднестатистической продолжительности предстоящей жизни (СППЖ), в течении которой личность может вести полноценную и деятельную жизнь в состоянии физического, душевного и социального благополучия (оптимизация защиты).

#### **3. Принцип региональности (3-й принцип)**

Политика в области управления риском будет эффективной и последовательной только в том случае, если в управление риском включен весь совокупный спектр существующих в регионе опасностей и вся информация о принимаемых решениях в этой области без каких-либо ограничений доступна самым широким слоям населения (региональный императив).

В условиях сегодняшней тенденции развития крупных регионов с высокой концентрацией промышленных объектов при оценке риска от эксплуатации отдельного такого объекта необходимо учитывать риск и от других предприятий, если они расположены рядом и могут влиять друг на друга. Только на основе такого интегрированного подхода можно принимать решение о снижении риска на том или другом промышленном предприятии с целью обеспечения приемлемого уровня риска для населения.

#### 4. Принцип экологического императива (4-й принцип)

Политика в области управления риском должна реализовываться в рамках строгих ограничений техногенного воздействия на природные экосистемы (экологический императив).

#### **Контрольные вопросы к теме 3**

1. Основные причины роста количества техногенных аварий.
2. Основные элементы системы анализа техногенного риска.
3. Характеристика методов оценки техногенного риска.
4. Основные этапы метода оценки риска «Дерево событий».
5. Характеристика «человеческого фактора» как элемента техногенных систем.
6. Основные этапы оценки экологического риска.
7. Принципы регионального управления риском.

## **ТЕМА 4. Общая характеристика основных видов опасностей производств.**

### **Классификация негативных факторов, мера оценки**

**Аннотация:** в данной теме рассматривается классификация негативных факторов производств, опасностей производств, дается общая характеристика чрезвычайных ситуаций техногенного характера

**Ключевые слова:** негативные, опасные факторы производства, техногенные чрезвычайные ситуации

### **Методические рекомендации по изучению темы:**

Необходимо изучить лекционный материал с определениями основных понятий. После этого следует ответить на контрольные вопросы.

### **Источники информации:**

Арустамов Э.А., Косолапова Н.В. Безопасность жизнедеятельности. Учебник. - М.: Изд. дом « Дашков и КО». - 2005.-с.с.78-83.

Белов С.В. и др. Безопасность жизнедеятельности. Под ред. С.В. Белова. - М.: Высшая школа, 1999.-с.с.116-201.

Бережной С.А., Романов В.В., Седов В.И. Безопасность жизнедеятельности Учебное пособие. - Тверь: ТГТУ,1996.-С.94-99.

Владимиров В.А. Основные опасности и угрозы на территории России в начале XXI века. - М.: ООО «ИЦ-Редакция «Военные знания», 2002.-С.134.

Русак О., Малаян К., Занько Н. Безопасность жизнедеятельности. - СПб., 2001.-. с.с.38-76

Экология и безопасность жизнедеятельности: Учеб.пособие для вузов / Д.А. Кривошеин, Л.А. Муравей, Н.Н. Роева и др.; Под ред. Л.А. Муровья. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002.-С.165.

Хван Г.А. Основы безопасности жизнедеятельности. - РнД, 2004.- С.109.

### **Список сокращений**

ПЭВМ – персональная электронно-вычислительная машина

ДТП – дорожно-транспортное происшествие

ВИЧ – вирус иммунного дефицита

### **Глоссарий:**

**ВРЕДНЫМИ** называются факторы, отрицательно влияющие на работоспособность или вызывающие профессиональные заболевания и другие неблагоприятные последствия.

**ОПАСНОСТЬ** – понятие, под которым понимаются явления, процессы, объекты, способные в определённых условиях наносить ущерб здоровью человека непосредственно или косвенно, то есть вызывать нежелательные последствия.

**СРЕДА ОБИТАНИЯ** - окружающая человека среда, обусловленная совокупностью факторов (физических, химических, биологических, информационных, социальных), способных оказывать прямое или косвенное немедленное или отдаленное воздействие на жизнедеятельность человека его здоровье и потомства. Человек и среда обитания непрерывно находятся во взаимодействии, образуя постоянно действующую систему “человек - среда обитания”

**ТЕХНОСФЕРА** - регион биосферы в прошлом, преобразованный людьми с помощью прямого или косвенного воздействия технических средств в целях наилучшего соответствия своим материальным и социально-экономическим потребностям.

**Вопросы для изучения:**

1. Классификация негативных и опасных факторов.
2. Характеристика чрезвычайных факторов техногенного характера.

Мир опасностей, угрожающих личности, весьма широк и непрерывно нарастает. В производственных, городских, бытовых условиях на человека воздействуют одновременно, как правило, несколько негативных факторов. Комплекс негативных факторов, действующих в конкретный момент времени зависит от текущего состояния системы «человек - среда обитания».

В настоящее время перечень реально действующих негативных факторов (опасность) значителен и насчитывает более 100 видов, к наиболее

распространенным и обладающим достаточно высокими энергетическими уровнями относятся негативные производственные факторы.

К естественным (природным) негативным факторам относятся молнии, извержения, землетрясения, атмосферные явления (ураганы, смерчи и т.п.), повышенная и пониженная температура воздуха и другие.

Появление и развитие человеческого общества привело к формированию и расширению нового класса негативных воздействий - антропогенных негативных факторов (например, шум, повышенная концентрация токсичных веществ в воздухе, водоемах и почве, электромагнитное поле и т.д.).

Наличие потенциальных опасностей находит своё отражение в аксиоме: «Жизнедеятельность человека потенциально опасна, она неразрывно связана с вероятностью воздействия на него мира опасностей естественного, техногенного или антропогенного происхождения».

Аксиома предопределяет, что все действия человека и все компоненты среды обитания, прежде всего технические средства и технологии, кроме позитивных свойств и результатов, обладают способностью генерировать травмирующие и вредные факторы.

При этом любое новое позитивное действие человека или его результат неизбежно приводят к возникновению новых негативных факторов. Реальная опасность всегда связана с конкретной угрозой воздействия на человека, она координирована в пространстве и во времени.

### ***Понятие негативных факторов***

В жизненном процессе человек неразрывно связан с окружающей его средой обитания, при этом во все времена он был и остается зависимым от окружающей его среды. Именно за счет неё он удовлетворяет свои потребности в пище, воздухе, воде, материальных ресурсах в отдыхе и т.д.

Среда обитания - окружающая человека среда, обусловленная совокупностью факторов (физических, химических, биологических, информационных, социальных), способных оказывать прямое или косвенное немедленное или отдаленное воздействие на жизнедеятельность человека, его здоровье и

потомства Человек и среда обитания непрерывно находятся во взаимодействии, образуя постоянно действующую систему “человек - среда обитания”

В процессе эволюционного развития Мира, составляющие этой системы, непрерывно изменялись. Совершенствовался человек, нарастала численность населения Земли и уровень его урбанизации, изменялся общественный уклад и социальная основа общества. Изменялась и среда обитания: увеличивалась территория поверхности Земли и ее недра, освоенные человеком; естественная природная среда испытывала все возрастающее влияние человеческого сообщества, появились искусственно созданная человеком бытовая, городская и производственные среды.

Естественная среда самодостаточна и может существовать и развиваться без участия человека, а все иные среды обитания, созданные человеком, самостоятельно развиваться не могут и после их возникновения обречены на старение и разрушение.

Человек в процессе жизнедеятельности непрерывно взаимодействует со средой обитания, со всем многообразием факторов, характеризующих среду. Многие факторы среды обитания оказывают негативное воздействие на здоровье и жизнь человека. Степень негативного воздействия определяется уровнем их энергии, под которой понимается количественная мера различных форм движения материи.

В настоящее время перечень известных форм энергии существенно расширился: электрическая, потенциальная, кинетическая, внутренняя, покоя, деформированного тела, газовой смеси, ядерной реакции, электромагнитного поля и т.д. Всем формам энергии свойственна закономерность превращения их в другие формы. Все явления связаны законом сохранения энергии и тенденцией к снижению уровня энергии за счет перехода в другие формы. Снижение уровня энергии связано с выходом (утечкой) энергии. Неконтролируемый выход энергии порождает негативные факторы в окружающей среде.

На начальном этапе своего развития человек взаимодействовал с естественной окружающей средой, которая состоит в основном биосферы, а также включает в себя недрах Земли, галактику и безграничный Космос. Биосфера - природная область распространения жизни на Земле, включающая нижний слой атмосферы, гидросферу и верхний слой литосферы, не испытавших техногенного воздействия.

В процессе эволюции человек, стремясь наиболее эффективно удовлетворять свои потребности в пище, материальных ценностях, защите от климатических и погодных воздействий, в повышении своей коммуникативности, непрерывно воздействовал на естественную среду и, прежде всего, на биосферу. Для достижения этих целей он преобразовал часть биосферы в территории, занятые техносферой.

Техносфера, созданная человеком с помощью технических средств, представляет собой территории, занятые городами, поселками, сельскими населенными пунктами, промышленными зонами и предприятиями.

К техносферным относятся условия пребывания людей на объектах экономики, на транспорте, в быту, на территориях городов и поселков. Техносфера не саморазвивающаяся среда, она рукотворна и после создания может только деградировать.

В процессе жизнедеятельности человек непрерывно взаимодействует не только с естественной средой, но и с людьми, образующими, так называемую социальную среду. Она формируется и используется человеком для продолжения рода, обмена опытом знаниями, для удовлетворения своих духовных потребностей и накопления интеллектуальных ценностей.

Современный человек непрерывно взаимодействует с окружающей его средой обитания, компонентами которой являются естественная, техногенная (техносфера) и социальная среды. С конца XIX века и весь XX век непрерывно развиваются техносфера и социальная среда, о чем свидетельствуют все возрастающая доля преобразованных человеком территорий земной



поверхности, демографический взрыв и урбанизация населения. Развитие техносферы происходит за счет преобразования природной среды.

В жизненном процессе взаимодействие человека со средой обитания и ее составляющих между собой основано на передаче между элементами системы потоков масс вещества, энергии всех видов и информации.

Человеку эти потоки необходимы для удовлетворения своих потребностей в пище, воде, воздухе, солнечной энергии, информации об окружающей среде. В то же время человек выделяет в жизненное пространство потоки энергии, связанные с его сознательной деятельностью (механической, интеллектуальной энергии), а также потоки масс вещества в виде отходов биологического процесса, потоки тепловой энергии и т.д.

Обмен потоками вещества и энергии характерен и для процессов, происходящих без участия человека. Естественная среда обеспечивает поступление на нашу планету потоков солнечной энергии, что создает в свою очередь потоки растительной и животной масс в биосфере, потоки адиабатических веществ (воздух, вода), потоки энергии различных видов, в том числе при стихийных явлениях в природной среде.

Для техносферы характерны потоки всех видов сырья и энергии, многообразие потоков продукции и людских резервов; потоки отходов (выбросы в атмосферу, сбросы в водоёмы, жидкие и твёрдые отходы, различные энергетические воздействия). Техносфера способна также создавать спонтанно значительные потоки масс и энергий при взрывах, пожарах, при разрушении строительных конструкций, при авариях на транспорте и т.п.

Социальная среда потребляет и генерирует все виды потоков, характерные для человека как для личности, кроме того, социум создаёт информационные потоки при передаче знаний, при управлении обществом, при сотрудничестве с другими общественными формациями. Социальная среда создаёт потоки всех видов, направленные на преобразование естественного и техногенного миров, формирует негативные явления в обществе, связанные с курением, потреблением алкоголя, наркотиков и т.п.

Потоки масс, энергий и информации распределяясь в земном пространстве, образуют среду обитания для живой природы - человека, фауны, флоры. Человек и окружающая его среда гармонично взаимодействуют и развиваются лишь в условиях, когда эти потоки находятся в пределах, благоприятно воспринимаемых человеком и природной средой.

Любое превышение привычных уровней потоков сопровождается негативными воздействиями на человека и / или среду. В естественных условиях такие взаимодействия наблюдаются при излечении климата и стихийных явлениях. В условиях техносферы негативные воздействия обусловлены её элементами и действиями человека.

Взаимодействие человека с живой и неживой природой, с социальной средой и техносферой основано на обмене потоками веществ, энергий и информации. Потоки отличаются многообразием и в большинстве случаев жизненно необходимы. Ряд потоков (техногенные отходы, потоки при стихийных явлениях, при взрывах и пожарах и т.п.) носят негативный характер представляя угрозу жизни человека, социальной среде, устойчивому состоянию биосферы и техносферы.

Взаимодействие человека со средой обитания может быть негативным и позитивным, характер взаимодействия определяют потоки веществ, энергий и информации. Результаты негативного воздействия потоков на человека зависят в основном от интенсивности и продолжительности воздействия этих потоков, а также от способности человека воспринимать потоки воздействия.

Негативные факторы, воздействующие на людей по происхождению подразделяются на естественные, то есть природные, и антропогенные - вызванные деятельностью человека.

Один и тот же опасный и вредный фактор может по своему действию относиться к различным группам.

Негативный результат взаимодействия человека со средой обитания определяют опасности - негативные воздействия, внезапно возникающие, периодически или постоянно действующие в системе «человек - среда

обитания». Опасность - негативное свойство живой и неживой материи, способное причинить ущерб самой материи: людям, природной среде, материальным ценностям. Опасность - центральное понятие в безопасности жизнедеятельности. Различают опасности естественного, техногенного и антропогенного происхождения.

Естественные повседневные опасности, обусловленные климатическими и природными явлениями, возникают при изменении погодных условий и естественной освещенности в биосфере. Для защиты от них (холод, слабая освещенность и т.д.) человек использует жилище, одежду, системы вентиляции, отопления и кондиционирования, системы искусственного освещения. Обеспечение комфортных условий жизнедеятельности практически решает все проблемы защиты от естественных повседневных опасностей.

Защита от естественных опасностей - стихийных явлений, происходящих в биосфере (наводнения, землетрясения и т.д.) - более сложная задача, часто не имеющая высокоэффективного решения.

### ***Антропогенные негативные факторы***

Негативный результат взаимодействия человека со средой обитания определяют опасности - негативные воздействия, внезапно возникающие, периодически или постоянно действующие в системе «человек - среда обитания». Опасность - негативное свойство живой и неживой материи, способное причинить ущерб самой материи: людям, природной среде, материальным ценностям. Опасность - центральное понятие в безопасности жизнедеятельности.

Негативное воздействие на человека и среду обитания не ограничивается естественными опасностями. Человек, решая задачи достижения комфортного и материального обеспечения, непрерывно воздействует на среду обитания своей деятельностью и продуктами деятельности (техническими средствами, выбросами различных производств и т.д.), генерируя в среде обитания техногенные антропогенные опасности.

Техногенные опасности создают элементы техносферы - машины, сооружения, вещества и т.п., а антропогенные опасности возникают в результате ошибочных или несанкционированных действий человека или групп людей. Антропогенные опасности связаны с определённым видом деятельности человека. Называя профессию, мы сужаем перечень опасностей, грозящих человеку. Например, шахтёр подвергается одним опасностям, а оператор ПЭВМ - другим.

Антропогенные источники создаются человеком. В ходе научно-технической революции появились источники, обеспечивающие очень высокие уровни энергии, существенно расширился перечень известных форм энергии и их характеристика. Бурный рост энерговооруженности труда повлек расцвет энергетики и разработки энергетических ресурсов. В обществе появились колоссальные энергосистемы, представляющие совокупность источников энергии и устройств для ее передачи и распределения.

Концентрация в современном производстве источников энергии, высокие уровни энергии, использование ранее неизвестных форм энергии определяют растущую актуальность и важность проблемы безопасности в современном производстве. Высокие уровни используемой энергии, многообразие форм энергии существенно увеличили вероятность неконтролируемого выхода энергии, опасность воздействия негативных факторов на человека.

Эту тенденцию можно характеризовать энтропией источника энергии, понимая под энтропией вероятность пребывания системы в данном состоянии: чем выше уровень энергии объекта, тем меньше его энтропия. При отсутствии энергетического источника энтропия объекта приобретает максимальное значение, и обеспечивается наибольшая вероятность пребывания объекта в этом состоянии. Разнообразие форм энергии порождает многообразие факторов среды обитания человека, воздействующих на его здоровье.

Возникновение опасностей в ряде случаях связано как с наличием неисправностей в технических устройствах, так и с неправильными действиями

человека при их использовании. Уровни возникающих при этом опасностей определяются энергетическими показателями технических устройств.

Энергетические уровни техногенных опасностей существенно возросли в XX столетии, когда человек получил в своё распоряжение мощную технику, огромные запасы углеводородного сырья, химических и бактериологических веществ. В итоге история человечества породила очередной парадокс - в течение многих столетий люди совершенствовали технику, чтобы обезопасить себя от естественных опасностей, а в результате пришли к наивысшим техногенным опасностям, связанным с производством и использованием техники и технологий.

Антропогенные опасности в XX столетии неуклонно нарастают и продолжают нарастать. Ошибки, допускаемые человеком, реализуются при проектировании и производстве технических систем, при их обслуживании (ремонт, монтаж, контроль), при неправильном выполнении обслуживаемым персоналом (операторами) процедур управления, при неправильной организации рабочего места оператора, при высокой психологической нагрузке на операторов технических систем, их недостаточной подготовленности и натренированности к выполнению поставленных задач.

Статистика свидетельствует, что неблагоприятные психологические качества человека все чаще становятся причиной несчастных случаев, достигая на отдельных производствах 40% от общего комплекса причин. Человеческий фактор все чаще становится определяющим при возникновении аварий в технических системах.

Около 80% авиакатастроф связаны с ошибочными действиями экипажей авиалайнеров; 60-80% случаев ДТП возникает из-за ошибок водителей автомобилей; свыше 60% аварий на объектах с повышенным риском происходит из-за ошибок персонала. Анализ данных по принудительной гибели людей свидетельствует, что человеческий фактор во многом влияет на возникновение негативных событий и в быту.

По статистике утопленники составляют около 8% от общего числа людей, ежегодно погибающих принудительной смертью, самоубийцы - 19%, лица, неосторожно обращающиеся с оружием - 0,26%. Нарастает роль антропогенных опасностей и в социальной среде. Одной из наиболее распространенных опасностей становится ВИЧ-инфицированные.

Все опасности реальны тогда, когда они могут воздействовать на конкретные объекты (объекты защиты). Объекты защиты, как и источники опасностей многообразны. Каждый компонент окружающей среды может быть объектом защиты от опасностей. В порядке приоритета к объектам защиты относятся: человек, сообщество, государство, природная среда (биосфера), техносфера и т.д.

Основное, желаемое состояние объектов защиты безопасное. Оно реализуется при полном отсутствии воздействия опасностей. Состояние безопасности достигается также при условии, когда действующие на объект защиты опасности снижены до предельно допустимых уровней воздействия. Безопасность - состояние объекта защиты, при котором воздействие на него всех потоков вещества, энергии и информации не превышает максимально допустимых значений.

Следует отметить, что термин «безопасность» часто используют для оценки качества источника опасности, говоря о неспособности его генерировать опасности. Настало время, когда для описания такого свойства источников опасности необходимо найти иной термин. Такими терминами могут быть: «неопасность», «совместимость», «экологичность» и т.п. Экологичность источника опасности - состояние источника, при котором соблюдается его допустимое воздействие на человека, биосферу и/или техносферу. Говоря о реализации состояния безопасности, необходимо рассматривать объект защиты и совокупность опасностей, действующих на него.

Многие системы безопасности взаимосвязаны между собой как по негативным воздействиям, так и по средствам достижения безопасности.

Обеспечение безопасности жизнедеятельности человека в техносфере почти всегда неразрывно связано с решением задач по охране природной среды (снижение выбросов и сбросов и т.п.). Рост техногенного и антропогенного негативного влияния на среду обитания не всегда ограничивается нарастанием только опасностей прямого действия, например ростом концентрации токсичных примесей в атмосфере. При определённых условиях возможно появление вторичных негативных воздействий, возникающих на региональном или глобальном уровне и оказывающих негативное влияние на регионы биосферы и значительные группы людей. К ним относятся процессы образования кислотных дождей, смога, «парниковый эффект», разрушение озонового слоя Земли, накопление токсичных и канцерогенных веществ в организме животных, рыб, в пищевых продуктах.

### ***Физические негативные воздействия***

Производственная среда - это часть техносферы, обладающая повышенной концентрацией негативных факторов. Основными носителями травмирующих и вредных факторов в производственной среде являются машины и другие технические устройства, химически и биологически активные предметы труда, источники энергии, нерегламентированные действия работающих, нарушения режимов и организации деятельности, а также отклонения от допустимых параметров микроклимата рабочей зоны.

Физические негативные воздействия связаны с производственной деятельностью человека. Это особая группа негативных факторов, создающих высокие уровни физических нагрузок и обусловленную ими тяжесть и напряженность труда.

Для физических негативных факторов определяющим признаком является вид энергии. К ней относятся:

основные неблагоприятные характеристики воздушной среды и освещенности;  
механические факторы, такие как воздействие движущихся машин и механизмов, вибрации и ускорения;  
акустические факторы, такие как инфразвук, шум и ультразвук;

повышенный уровень электромагнитного излучения, ультрафиолетовой и инфракрасной радиации;

К физическим опасным и вредным факторам, влияющим на человека, относятся:

движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы;

разрушающиеся конструкции; обрушивающиеся горные породы;

повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны,

повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны,

повышенный уровень шума на рабочем месте, вибрации, повышенный уровень инфразвуковых колебаний; повышенный уровень ультразвука;

повышенное или пониженное барометрическое давление в рабочей зоне и его резкое изменение;

повышенная или пониженная влажность воздуха, подвижность воздуха,

повышенная или пониженная ионизация воздуха, повышенный уровень ионизирующих или электромагнитных излучений в рабочей зоне;

повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; повышенный уровень статического электричества; повышенная напряженность электрического поля;

повышенный уровень электромагнитных излучений, повышенная напряженность магнитного поля;

отсутствие или недостаток естественного света; недостаточная освещенность рабочей зоны; повышенная яркость света; пониженная контрастность; прямая и отраженная блескость;

повышенная пульсация светового потока;

повышенный уровень ультрафиолетовой радиации; повышенный уровень инфракрасной радиации;

острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования;



расположение рабочего места на значительной высоте относительно поверхности земли (пола);

Общим свойством этих процессов является то, что они связаны с переносом энергии. При определённой величине и частоте энергия может оказать неблагоприятное воздействие на человека, вызывать различные заболевания, создавать дополнительные опасности.

### ***Химические негативные факторы***

Пары, газы, жидкости, аэрозоли, химические соединения, смеси (далее вещества) при контакте с организмом человека могут вызывать изменения в состоянии здоровья или заболевания. Воздействие вредных веществ на человека может сопровождаться отравлениями и травмами.

### ***Биологические негативные факторы***

макро- и микроорганизмы, биологические растительные и животные яды.

### ***Психо-физиологические негативные факторы:***

физические перегрузки, статические нагрузки, динамические нагрузки, гиподинамия, а также нервно-эмоциональные нагрузки (умственное перенапряжение, переутомление, перенапряжение анализаторов (кожные, зрительные, слуховые и т.д.), монотонность труда, эмоциональные перегрузки.

Конкретные производственные условия характеризуются совокупностью негативных факторов, а также различаются по уровням вредных факторов и риску проявления травмирующих факторов.

В основе возникновения негативных воздействий на человека и природную среду лежит неравновесное состояние материального мира и прежде всего различия в энергетических характеристиках его компонентов, в уровнях тепловой, кинетической, электромагнитной и прочих видов энергии.

Появление техногенных источников тепловой и электрической энергии, высвобождение ядерной энергии, освоение месторождений нефти и газа с сооружением протяженных коммуникаций породили опасность разнообразных негативных воздействий на человека и среду обитания. Энергетический уровень техногенных негативных воздействий растёт, и неконтролируемый

выход энергии в техногенной среде является причиной роста числа увечий, профессиональных заболеваний и гибели людей.

Деление негативных факторов на естественные и антропогенные - это классификация факторов по происхождению.

Мир опасностей в начале 21 века достиг своего наивысшего развития. Многообразие и высокие уровни опасностей, действующих на человека, характерны, прежде всего, для техносферы. Непрерывно нарастающие ухудшения здоровья и гибель людей от воздействия опасностей техносферы объективно требует от государства и общества принятия широких мер с использованием научного подхода в решении проблем безопасности жизнедеятельности человека в условиях техносферы.

Достижение приемлемого уровня безопасности в системе «человек-среда обитания» неразрывно связано с необходимостью глубокого анализа причин роста численности и уровня действующих в техносфере опасностей; изучение причин принудительной потери здоровья и гибели людей; разработки и широкого применения превентивных защитных мер на производстве, в быту и в регионах техносферы. Важную роль в сохранении здоровья и жизни людей в настоящем и будущем призвана играть информационная деятельность государства в области прогнозирования опасностей среды обитания.

#### **Контрольные вопросы к теме 4:**

1. Что относится к естественным негативным факторам?
2. Дайте характеристику антропогенных негативных факторов.
3. Перечислите и охарактеризуйте основные физические негативные факторы среды.
4. Что относится к негативным психо-физиологическим факторам?

## **ТЕМА 5. Основные опасности производств. Классификация, свойства, характеристика химических негативных факторов (вредных веществ).**

**Аннотация:** в данной теме дается характеристика химических негативных факторов, их классификация, нормирование воздействия.

**Ключевые слова:** химические негативные факторы, нормирование воздействия

### **Методические рекомендации по изучению темы:**

Необходимо изучить лекционный материал с определениями основных понятий. После этого следует ответить на контрольные вопросы.

### **Источники информации:**

Русак О., Малаян К., Занько Н. Безопасность жизнедеятельности. - СПб., 2001.-. сс.24-42.

Арустамов Э.А., Косолапова Н.В. Безопасность жизнедеятельности. Учебник. - М.: Изд. дом « Дашков и КО». - 2005.-сс.85-110.

### **Список сокращений**

ПДК - предельно-допустимая концентрации

ГОСТ – государственный стандарт

КВИО - коэффициент возможности ингаляционного отравления

### **Глоссарий:**

**ТОКСИКОЛОГИЯ** - наука, изучающая ядовитые (токсичные) вещества, потенциальную опасность их воздействия на организмы и экосистемы, механизмы токсического действия, а также методы диагностики, профилактики и лечения развивающихся вследствие такого воздействия заболеваний.

**КАНЦЕРОГЕН**— химические вещества, физическое излучение или онкогенные вирусы, воздействие которых на организм человека или животного повышает вероятность возникновения злокачественных новообразований (опухолей).

**МУТАГЕНЫ** — химические и физические факторы, вызывающие наследственные изменения — мутации.

ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны называются такие концентрации, которые при ежедневной (кроме выходных дней) работе в

течение 8 ч или при другой продолжительности, но не более 40 ч в неделю, в течение всего рабочего стажа не могут вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

### **Вопросы для изучения:**

1. Характеристика негативных химических факторов.
2. Классификация химических факторов среды.
3. Нормирование химических факторов.

### **Химические негативные факторы (вредные вещества)**

Пары, газы, жидкости, аэрозоли, химические соединения, смеси (далее вещества) при контакте с организмом человека могут вызывать изменения в состоянии здоровья или заболевания. Воздействие вредных веществ на человека может сопровождаться отравлениями и травмами.

В настоящее время известно более 7 млн. химических веществ и соединений, из которых около 60 тысяч находят применение в деятельности человека.

### ***Классификация и воздействие вредных веществ на человека***

Химические вещества в зависимости от их практического использования классифицируются на:

- промышленные яды — используемые в производстве органические растворители (например, дихлорэтан), топливо (например, пропан, бутан), красители (например, анилин) и др.;
- ядохимикаты — используемые в сельском хозяйстве пестициды и др.;
- лекарственные средства;
- бытовые химикаты — применяемые в виде пищевых добавок (например, уксус), средства санитарии, личной гигиены, косметики и т.д.
- биологические яды (растительного, животного происхождения, токсины, выделяемые микроорганизмами)

- боевые отравляющие вещества.

Химические вредные производственные факторы по характеру действия на организм человека подразделяются на следующие подгруппы: общетоксические, раздражающие, сенсibiliзирующие (вызывающие аллергические заболевания), канцерогенные (вызывающие развитие опухолей), мутагенные (действующие на половые клетки организма). В эту группу входят многочисленные пары и газы: пары бензола и толуола, окись углерода, сернистый ангидрид, окислы азота, аэрозоли свинца и др., токсичные пыли, образующиеся, например, при обработке резанием бериллия, свинцовистых бронз и латуней и некоторых пластмасс с вредными наполнителями. К этой группе относятся агрессивные жидкости (кислоты, щелочи), которые могут причинить химические ожоги кожного покрова при соприкосновении с ними.

Уровни воздействия на работающих вредных производственных факторов нормированы предельно-допустимыми уровнями, значения которых указаны в соответствующих стандартах системы стандартов безопасности труда и санитарно-гигиенических правилах.

Предельно допустимое значение вредного производственного фактора - это предельное значение величины вредного производственного фактора, воздействие которого при ежедневной регламентированной продолжительности в течение всего трудового стажа не приводит к снижению работоспособности и заболеванию как в период трудовой деятельности, так и к заболеванию в последующий период жизни, а также не оказывает неблагоприятного влияния на здоровье потомства.

В промышленности химические вещества находятся в газообразном, жидком и твердом состоянии. Они способны проникать в организм человека через органы дыхания, пищеварения, кожу. Изучение потенциальной опасности вредного воздействия химических веществ на живые организмы занимается наука токсикология — изучает механизмы токсического действия химических веществ, диагностику, профилактику, лечение отравления.

Существует деление по механизму действия на организм:

1. Химические вещества (углеводороды, спирты, амины,  $\text{H}_2\text{S}$ , синильная кислота, соли, ртути и др.) вызывают расстройства нервной системы, мышечные судороги, нарушают структуру ферментов, влияют на гемоглобин крови.
2. Раздражающие вещества (хлор, аммиак, диоксид серы) воздействуют на слизистые оболочки и дыхательные пути.
3. Сенсибилизирующие вещества (формальдегид, органические азотокрасители, антибиотики) приводят к аллергическим заболеваниям.
4. Мутагенные вещества (свинец, ртуть, хлорированные углеводороды, этилен амин, радиоактивные и др. вещества) воздействуют на многие клетки организма человека, в том числе и половые.
5. Химические вещества, действуют на репродуктивную функцию человека (аммиак, борная кислота и многие химические вещества в больших количествах), вызывают возникновение врожденных пороков и приводят к нарушению здоровья потомства.
6. Канцерогенные – вызывают злокачественные опухоли (хром, никель, асбест, бенз(а)пирен, ароматические амины и прочее.)
7. Влияющие на репродуктивную (детородную) функцию – вызывающие возникновение врожденных пороков, отклонений от нормального развития детей, влияющие на нормальное развитие плода (ртуть, свинец, стирол, радиоактивные изотопы, борная кислота и др.)

Все химические вещества имеют предельно-допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в области рабочей зоны – это концентрации, которые при ежедневной работе в течение 8 часов за период всего рабочего стажа не могут вызвать заболевание или отклонение состояния здоровья.

Допустимое содержание вредных веществ в окружающей среде нормируется системой стандартов безопасности ГОСТ 12.1.007-76 «Вредные вещества». Согласно ГОСТу по степени воздействия на организм вредные вещества подразделяют на 4 класса опасности:

1. вещества чрезвычайно опасные (свинец, ртуть); ПДК в воздухе рабочей зоне 0,1 кг/м<sup>3</sup>.

2. вещества высоко-опасные (хлор, щелочи, антибиотики); 0,1 до 1,0 кг/м<sup>3</sup>.

3. вещества умеренно-опасные (ацетон, метанол); 1,0 до 10,0 кг/м<sup>3</sup>.

4. вещества малоопасные (аммиак, спирты); более 10,0 кг/м<sup>3</sup>.

Кроме воздуха определяется так же ПДК примесей в водоемах. Нормирование качества воды приводит в соответствие с санитарными правилами. Установлены ПДК в более 400 вредных веществ в водоемах. Химическое загрязнение почв регламентируются ПДКп. Это концентрация химического вещества в мг/кг пахотного слоя почвы, которая не должна вызывать прямого или косвенного влияния на окружающую среду и человека.

По степени воздействия на организм вредные вещества подразделяются на четыре класса опасности:

1-й - вещества чрезвычайно опасные;

2-й - вещества высоко-опасные;

3-й - вещества умеренно опасные;

4-й - вещества малоопасные.

Класс опасности вредных веществ устанавливаются в зависимости от норм и показателей, указанных в таблице.

Наименование показателя	Норма для класса опасности			
	1-го	2-го	3-го	4-го
Предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/куб.м	Менее 0,1	0,1-1,0	1,1-10,0	Более 10,0
Средняя смертельная доза при введении в желудок, мг/кг	Менее 15	15-150	151-5000	Более 5000

Средняя смертельная доза при нанесении на кожу, мг/кг	Менее 100	100-500	501-2500	Более 2500
Средняя смертельная концентрация в воздухе, мг/куб.м	Менее 500	500-5000	5001-50000	Более 50000
Коэффициент возможности ингаляционного отравления (КВИО)	Более 300	300-30	29-3	Менее 3
Зона острого действия	Менее 6,0	6,0-18,0	18,1-54,0	Более 54,0
Зона хронического действия	Более 10,0	10,0-5,0	4,9-2,5	Менее 2,5

Отнесение вредного вещества к классу опасности производят по показателю, значение которого соответствует наиболее высокому классу опасности.

Токсические вещества поступают в организм человека через дыхательные пути (ингаляционное проникновение), желудочно-кишечный тракт и кожу. Степень отравления зависит от их агрегатного состояния (газообразные и парообразные вещества, жидкие и твердые аэрозоли) и от характера технологического процесса (нагрев вещества, измельчение и др.).

Преобладающее большинство профессиональных отравлений связано с ингаляционным проникновением в организм вредных веществ, являющимся наиболее опасным, так как большая всасывающая поверхность легочных альвеол, усиленно омываемых кровью, обуславливает очень быстрое и почти беспрепятственное проникновение ядов к важнейшим жизненным центрам.

Поступление токсических веществ через желудочно-кишечный тракт в производственных условиях наблюдается довольно редко. Это бывает из-за



нарушения правил личной гигиены, частичного заглатывания паров и пыли, проникающих через дыхательные пути, и несоблюдения правил техники безопасности при работе в химических лабораториях. Следует отметить, что в этом случае яд попадает через систему воротной вены в печень, где превращается в менее токсические соединения.

Вещества, хорошо растворимые в жирах и липоидах, могут проникать в кровь через неповрежденную кожу. Сильное отравление вызывают вещества, обладающие повышенной токсичностью, малой летучестью, быстрой растворимостью в крови. К таким веществам можно отнести, например, нитро- и аминопродукты ароматических углеводородов, тетраэтилсвинец, метиловый спирт и др.

Токсические вещества в организме распределяются неодинаково, причем некоторые из них способны к накоплению в определенных тканях. Здесь особо можно выделить электролиты, многие из которых весьма быстро исчезают из крови и сосредотачиваются в отдельных органах. Свинец накапливается в основном в костях, марганец — в печени, ртуть — в почках и толстой кишке. Естественно, что особенность распределения ядов может в какой-то мере отражаться и на их дальнейшей судьбе в организме.

Вступая в круг сложных и многообразных жизненных процессов, токсические вещества подвергаются разнообразным превращениям в ходе реакций окисления, восстановления и гидролитического расщепления. Общая направленность этих превращений характеризуется наиболее часто образованием менее ядовитых соединений, хотя в отдельных случаях могут получаться и более токсические продукты (например, формальдегид при окислении метилового спирта).

Выделение токсических веществ из организма нередко происходит тем же путем, что и поступление. Нереагирующие пары и газы частично или полностью удаляются через легкие. Значительное количество ядов и продукты их превращения выделяются через почки. Определенную роль для выделения

ядов из организма играют кожные покровы, причем этот процесс в основном совершают сальные и потовые железы.

Необходимо иметь в виду, что выделение некоторых токсических веществ возможно в составе женского молока (свинец, ртуть, алкоголь). Это создает опасность отравления грудных детей. Поэтому беременных женщин и кормящих матерей следует временно отстранять от производственных операций, выделяющих токсические вещества.

Токсическое действие отдельных вредных веществ может проявляться в виде вторичных поражений, например, колиты при мышьяковых и ртутных отравлениях, стоматиты при отравлениях свинцом и ртутью и т. д.

Опасность вредных веществ для человека во многом определяется их химической структурой и физико-химическими свойствами. Немаловажное значение в отношении токсического воздействия имеет дисперсность проникающего в организм химического вещества, причем, чем выше дисперсность, тем токсичнее вещество.

Условия среды могут либо усиливать, либо ослаблять его действие. Так, при высокой температуре воздуха опасность отравления повышается; отравления амидо- и нитросоединением бензола, например, летом бывают чаще, чем зимой. Высокая температура влияет и на летучесть газа, скорость испарения и т. д. Установлено, что влажность воздуха усиливает токсичность некоторых ядов (соляная кислота, фтористый водород).

#### **Контрольные вопросы по теме 5:**

1. Характеристика вредных веществ по принципу практического использования.
2. Характеристика химических факторов по характеру действия на организм.
3. Комбинированное действие химических веществ.
4. Нормирование химических факторов.

## **ТЕМА 6. Защита человека от загрязнения воздушной среды. Методы очистки отходящего загрязненного воздуха от вредных газов и пыли**

**Аннотация:** в данной теме рассматриваются вопросы защиты людей от воздействия загрязняющих веществ, классификация и характеристика систем вентиляции, нормирование содержания загрязняющих веществ в воздухе производственных помещений.

**Ключевые слова:** система вентиляции, нормирование, пылеочистные установки, газоочистка

### **Методические рекомендации по изучению темы:**

Необходимо изучить лекционный материал с определениями основных понятий. После этого следует ответить на контрольные вопросы.

### **Источники информации:**

Арустамов Э.А., Косолапова Н.В. Безопасность жизнедеятельности.

Учебник. - М.: Изд. дом « Дашков и КО». - 2005.-с.108-135.

Белов С.В. и др. Безопасность жизнедеятельности. Под ред. С.В. Белова. - М.: Высшая школа, 1999.-с.215-235.

Бережной С.А., Романов В.В., Седов В.И. Безопасность жизнедеятельности Учебное пособие. - Тверь: ТГТУ, 1996.-С.104-138.

### **Список сокращений**

ПДК - предельно допустимая концентрация

ОБУВ - относительно безопасные уровни воздействия

ССДЖ - средние смертельные дозы при попадании в желудок

ССДК - дозы при нанесении на кожу

ССКВ - средние смертельные концентрации в воздухе

### **Глоссарий:**

**ВЕНТИЛЯЦИЯ**— процесс удаления отработанного воздуха из помещения и замена его наружным.

**ПРИТОЧНОЙ СИСТЕМОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ** называется система, подающая в помещение определенное количество воздуха, который может подогреваться в зимний период и охлаждаться в летний.

**ОБЩЕОБМЕННАЯ СИСТЕМА ВЕНТИЛЯЦИИ** предусматривается для создания одинаковых условий и параметров воздушной среды (температуры, влажности и подвижности воздуха) во всём объёме помещения, главным образом в его рабочей зоне (1,5—2,0 м от пола), когда вредные вещества распространяются по всему объёму помещения и нет возможности (или нет необходимости) их уловить в месте образования.

**МЕСТНОЙ ВЕНТИЛЯЦИЕЙ** называется такая, при которой воздух подают на определённые места (местная приточная вентиляция) и загрязнённый воздух удаляют только от мест образования вредных выделений (местная вытяжная вентиляция).

**ВЕНТИЛЯТОР** представляет собой механическое устройство, предназначенное для перемещения воздуха по воздуховодам системы вентиляции.

**Вопросы для изучения:**

1. Способы защиты людей и окружающей среды от загрязняющих веществ, поступающих в атмосферный воздух.
2. Классификация и характеристика систем вентиляции.
3. Критерии оценки качества воздуха производственных помещений.

Защита от загрязнений воздушной среды достигается применением следующих методов и средств:

1. Рациональное размещение источников вредных выбросов по отношению к рабочим местам;
2. Удаление вредных веществ от источника образования по средствам местной или общеобменной вытяжной вентиляции;
3. Применение средств очистки воздуха от вредных веществ;
4. Применение средств индивидуальной защиты органов дыхания человека.

Для того чтобы уменьшить загрязнение территории промышленного предприятия, а также населенных мест от выбросов загрязненного воздуха из

цехов, помещения промышленных предприятий и технологических установок, удаленного вентилиацией осуществляют через высокие трубы, с целью их лучшего рассеивания в атмосфере и снижения концентрации вредных веществ.

Система вентилиации представляет собой комплекс устройств, обеспечивающих воздухообмен в помещении. В зоне действия вредных веществ вентилиация бывает общеобменная, где воздухообмен охватывает все помещения, и местная, при которой обмен воздухом осуществляется на ограниченном участке. По способу перемещения воздуха вентилиация разделяется на естественную и механическую.

Назначение вентилиации – обеспечение чистоты воздуха и заданных метеорологических условий в производственных помещениях. Вентилиация по способу перемещения воздуха делится на естественную, искусственную, смешанную. **Естественная вентилиация** осуществляется под действием гравитационного давления за счет разности плотностей холодного и теплого воздуха, а также ветровым напором. Организованная естественная вентилиация называется аэрацией. Регулирование необходимого количества воздуха, подаваемого и удаляемого, обеспечивается необходимой площадью открытых окон и т.д. Эффективность аэрации зависит от разницы температур снаружи и внутри помещения (разницей температур определяется разница плотностей воздуха), высоты расположения вытяжных отверстий и скорости ветра снаружи помещения. Достоинством естественной вентилиации является отсутствие затрат энергии на передвижение масс воздуха в помещение и из него. Однако естественная вентилиация имеет очень существенный недостаток: в теплый период года и в безветренную погоду ее эффективность может существенно падать, т.к. вследствие повышения температуры наружного воздуха падает тепловой и ветровой напор. Кроме того, при естественной вентилиации воздух, поступающий в помещение и воздух, удаляемый из помещения, не проходит очистку и предварительную подготовку. Если воздух окружающей среды загрязнен, то он поступает в помещение также загрязненным.

Механическая вентиляция лишена недостатков естественной вентиляции. Механической называется вентиляция, в которой воздух подается в помещение и/или удаляется из них по системам вентиляционных каналов с использованием специальных механических побудителей – вентиляторов. Механическая вентиляция может быть приточной, при которой воздух вентилятором подается в помещение, вытяжной, при которой воздух удаляется из помещения, и приточно-вытяжной, при которой свежий воздух подается в помещение, а загрязненный воздух удаляется из помещения.

Если воздух снаружи помещения слишком загрязнен (по нормативным требованиям концентрация вредного вещества в приточном воздухе не должна превышать 30% от ПДК<sub>рз</sub>).

Механическая вентиляция может быть общеобменной и местной. Общеобменная вентиляция предназначена для создания и поддержания необходимых параметров воздушной среды во всем объеме рабочей зоны помещений. В производственных помещениях, как правило, устанавливают одновременно и естественную и механическую вентиляцию.

Общеобменная вентиляция предназначена для смены воздуха во всем помещении. Интенсивность общеобменной вентиляции характеризуется кратностью воздухообмена  $K$ , который показывает, сколько раз в течение часа воздух в помещении должен быть заменен полностью,

$$K = V / V_{\text{п}} , \text{ ч}^{-1},$$

где  $V$  – объем воздуха для вентиляции,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;  $V_{\text{п}}$  – объем помещения,  $\text{м}^3$ .

Для большинства помещений химических производств при нормальном ведении технологического процесса  $K$  колеблется от 3 до 10.

Если в помещении выделяется несколько вредных веществ, обладающих эффектом суммации, для обеспечения нормативного качества воздуха необходимо увеличивать производительность общеобменной вентиляции, что может быть не выгодно с экономической точки зрения, т.к. потребует больших затрат электроэнергии для питания мощных вентиляторов. Кроме того, в помещении могут создаваться большие скорости движения воздуха, что может

быть недопустимо для организации технологического процесса. В таких случаях широко применяется местная вентиляция.

Местная вентиляция характеризуется тем, что с ее помощью загрязненный воздух удаляется непосредственно из зоны выделения вредных веществ. Система местной вентиляции предназначена для локализации и предотвращения распространения по всему помещению вредных веществ, образующихся на отдельных участках производства. Устройства местной вентиляции очень разнообразны: отсосы, находящиеся на некотором расстоянии от зоны образования вредных веществ, вытяжные зонты для удаления вредных веществ при тепло- и влаговыведении, вытяжные шкафы и др.

### **Нормирование содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны**

Мерой содержания пылей и газообразных веществ в воздухе является их концентрация в  $\text{мг/м}^3$ .

Устанавливаются нормативные показатели:

- относительно безопасные уровни воздействия (ОБУВ);
- предельно допустимая концентрация (ПДК) – это концентрация, при которой в течение всего рабочего стажа не должно возникнуть профессиональных заболеваний;
- средние смертельные дозы при попадании в желудок (ССДЖ), при нанесении на кожу (ССДК), концентрации в воздухе (ССКВ).

По наиболее опасной величине этих показателей вредные вещества делят на четыре класса: чрезвычайно опасные (1), высокоопасные (2), умеренно опасные (3) и малоопасные (4).

### **Ослабление действия вредных веществ**

Оздоровление воздушной среды достигается использованием:

- средств автоматизации производства;
- герметизации вредных процессов;
- укрытий и камер;
- вентиляции для разбавления вредных веществ;

- местной вытяжной вентиляции закрытого и открытого типа для удаления вредных веществ;
- методов нейтрализации для очистки воздуха от продуктов сгорания топлива;
- фильтров и пылеуловителей;
- респираторов и противогазов.

**Контрольные вопросы к теме 6:**

1. Какие основные методы и средства применяют для защиты от загрязнения воздушной среды?
2. Какие виды вентиляции применяют для поддержания нормативного содержания загрязняющих веществ в помещении?
3. Особенности естественной системы вентиляции.
4. Особенности механической системы вентиляции.
5. Отличия общеобменной и местной системы вентиляции.



## **ТЕМА 7. Методы очистки отходящего загрязненного воздуха от вредных газов и пыли**

**Аннотация:** в данной теме рассматриваются основные способы очистки загрязненного воздуха от пыли и газов, дается характеристика и принцип работы пыле-газоуловителей.

**Ключевые слова:** пылеочистка, газоочистка

### **Методические рекомендации по изучению темы:**

Необходимо изучить лекционный материал с определениями основных понятий. После этого следует ответить на контрольные вопросы.

### **Источники информации:**

Процессы и аппараты защиты окружающей среды: Курс лекций по дисциплине «Процессы и аппараты защиты окружающей среды»: Часть 1/ сост. И. Г. Кобзарь, В. В. Козлова. – Ульяновск: УлГТУ, 2007. – с.3-68.

Белов С.В. и др. Безопасность жизнедеятельности. Под ред. С.В. Белова. - М.: Высшая школа, 1999.-с.225-412.

### **Список сокращений**

ЗВ – загрязняющие вещества

ОС – окружающая среда

### **Глоссарий:**

**АБСОРБЦИЯ** — процесс избирательного поглощения компонентов газовой смеси жидким поглотителем (абсорбентом).

**АДСОРБЦИЯ** — увеличение концентрации растворенного вещества у поверхности раздела двух фаз вследствие нескомпенсированности сил межмолекулярного взаимодействия на разделе фаз. Адсорбция является частным случаем сорбции, процесс, обратный адсорбции - десорбция.

**ПЫЛЕУЛОВИТЕЛЬ** - оборудование для улавливания пыли сухим или мокрым способом.

**СКРУББЕР** — устройство, используемое для очистки твёрдых или газообразных сред от примесей в различных химико-технологических процессах.

**ХЕМОСОРБЦИЯ** – это процесс, сопровождающийся химическим взаимодействием поглощаемого вещества с реагентом, находящимся в поглотительном растворе или нанесенным на твердый сорбент.

**ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИЙ ФИЛЬТР** предназначен для очистки воздуха от содержащихся в нём посторонних частиц (пыли и аэрозолей). Электростатические фильтры способны эффективно очищать воздух от самой мелкой пыли (размером от 0,01 мкм), в том числе копоти и табачного дыма.

**ЭКСПЛУАТАЦИЯ** - вся деятельность, направленная на достижение безопасным образом цели, для которой было построено промышленное предприятие, включая техническое обслуживание, инспектирование во время эксплуатации и другую связанную с этим деятельность.

**ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПРЕДЕЛЫ** - значения параметров и характеристик состояния систем (элементов), заданные проектом для нормальной (безопасной) эксплуатации.

#### **Вопросы для изучения:**

1. Классификация и характеристика способов очистки загрязненного воздуха от пыли.
2. Основные способы очистки загрязненного воздуха от вредных газообразных примесей.

#### **Методы и средства сухой очистки газовоздушных выбросов**

Номенклатура существующих газоочистных аппаратов очень широка, а их технические возможности позволяют обеспечивать высокие степени очистки отходящих газов практически по всем веществам.

Классификация пылеулавливающего оборудования основана на принципиальных особенностях процесса отделения твердых частиц от газовой фазы, это:

– оборудование для улавливания пыли сухим способом, к которому относятся пылеосадительные камеры, циклоны, пылеуловители, фильтры, электрофильтры;

– оборудование для улавливания пыли мокрым способом, к которому относятся скрубберы, пенные аппараты и др.

К сухим механическим пылеуловителям относятся аппараты, в которых использованы различные механизмы осаждения: гравитационный (пылеосадительные камеры), инерционный (камеры, осаждение пыли в которых происходит в результате изменения направления движения газового потока или установления на его пути препятствия) и центробежный (одиночные, групповые и батарейные циклоны, вихревые и динамические пылеуловители). Эти аппараты отличаются простотой изготовления и эксплуатации, их достаточно широко используют в промышленности. Однако эффективность улавливания в них пыли не всегда оказывается достаточной, в связи с чем, они часто выполняют роль аппаратов предварительной очистки газов.

#### *Гравитационные пылеуловители*

Пылеосадительные камеры предназначены для улавливания крупнодисперсных частиц размером 50 мкм и больше.

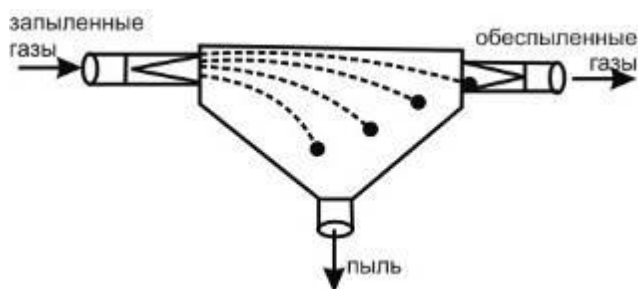


Рис. Пылеосадительная камера

В инерционных пылеуловителях при резком изменении направления движения газового потока частицы пыли под воздействием инерционной силы продолжают двигаться в прежнем направлении и после поворота потока газов выпадают в бункер. Эффективность этих аппаратов низкая, а задерживают они только крупные фракции пыли. Такие пылеуловители применяют на заводах черной и цветной металлургии.

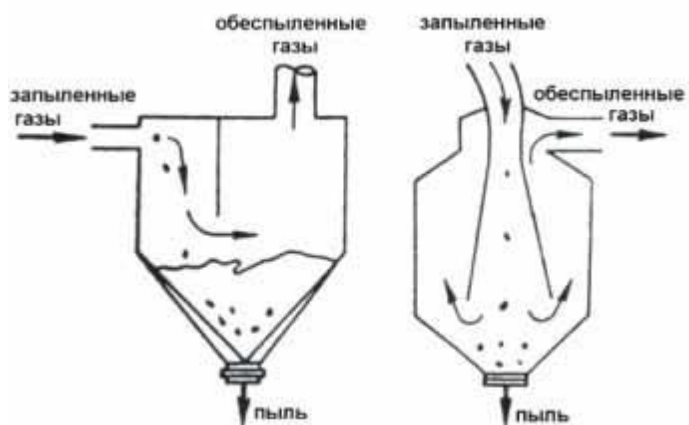


Рис. Инерционные пылеуловители

Циклонные аппараты (циклоны) наиболее распространены в промышленности. Принцип работы циклона: газ вращается внутри циклона, двигаясь сверху вниз, а затем движется вверх. Частицы пыли отбрасываются центробежной силой к стенке.

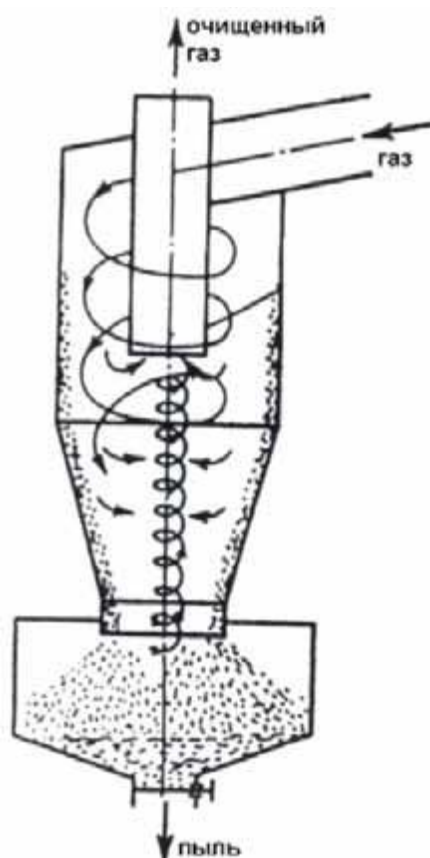


Рис. Циклон

Ротационные пылеуловители относят к аппаратам центробежного действия, которые одновременно с перемещением воздуха очищают его от фракции пыли крупнее 5 мкм. Они обладают большой компактностью, так как

вентилятор и пылеуловитель обычно совмещены в одном агрегате. При работе вентиляторного колеса частицы пыли за счет центробежных сил отбрасываются к стенке спиралеобразного кожуха и движутся по ней в направлении выхлопного отверстия. Газ, обогащенный пылью, через специальное пылеприемное отверстие отводится в пылевой бункер, а очищенный газ поступает в выхлопную трубу.

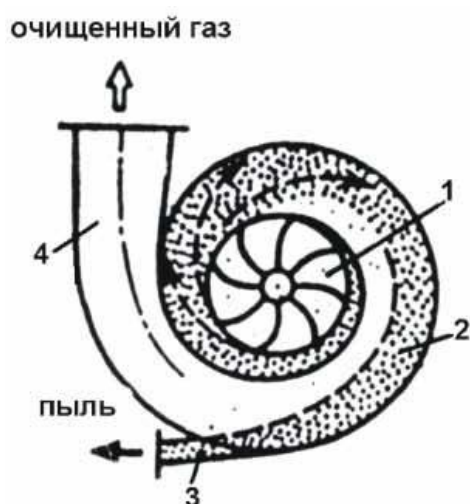


Рис. . Пылеуловитель ротационного типа:

1 – вентиляторное колесо; 2 – кожух; 3 – пылеприемное отверстие; 4 – выхлопная труба.

### ***Очистка газовоздушных сред на фильтрах***

Процесс очистки газов от твердых или жидких частиц с помощью пористых сред (перегородок) называется фильтрацией. При фильтрации взвешенные в газовом потоке частицы осаждаются на поверхности или в объеме пористых сред (перегородок) за счет броуновской диффузии, эффекта касания (зацепления), инерционных, электростатических и гравитационных сил.

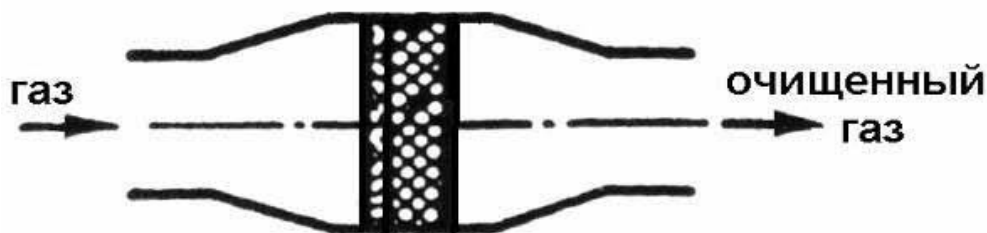


Рис. Схема процесса фильтрования

Фильтрующие перегородки весьма разнообразны по своей структуре, но в основном они состоят из волокнистых или зернистых элементов и условно подразделяются на следующие типы:

- тканевые материалы из природных, синтетических или минеральных волокон; нетканевые волокнистые материалы (войлоки, клееные и иглопробивные материалы, бумага, картон, волокнистые маты); ячеистые листы (губчатая резина, пенополиуретан, мембранные фильтры);
- полужесткие пористые перегородки – слои волокон, стружка, вязаные сетки, расположенные на опорных устройствах или зажатые между ними;
- жесткие пористые перегородки – зернистые материалы (пористая керамика и пластмасса, спеченные или спрессованные порошки металлов, пористые стекла, углеграфитовые материалы и др.); волокнистые материалы (сформированные слои из стеклянных и металлических волокон); металлические сетки и перфорированные листы.

В процессе очистки запыленного газа частицы приближаются к волокнам или к поверхности зерен материала, сталкиваются с ними и осаждаются главным образом в результате действия сил диффузии, инерции и электростатического притяжения.

В фильтрах уловленные частицы накапливаются в порах или образуют пылевой слой на поверхности перегородки, и, таким образом, сами становятся для вновь поступающих частиц частью фильтрующей среды. По мере накопления пыли пористость перегородки уменьшается, а сопротивление возрастает. Поэтому возникает необходимость удаления пыли и регенерации фильтра.

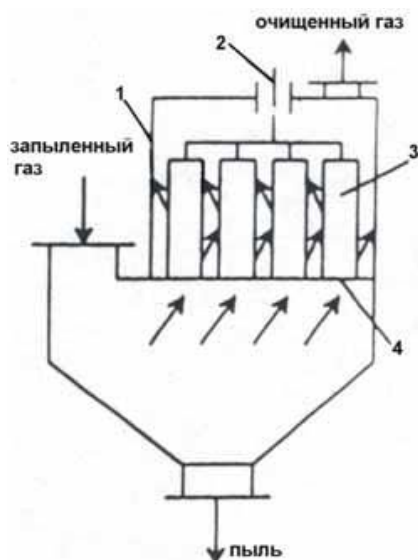


Рис. Рукавный фильтр:

1 – корпус; 2 – встряхивающее устройство; 3 – рукав; 4 – распределительная решетка

### ***Очистка газов на электрофильтрах***

Электрическая очистка – один из наиболее совершенных видов очистки газов от взвешенных в них частиц пыли и тумана. Этот процесс основан на ударной ионизации газа в зоне коронирующего разряда, передаче заряда ионов частицам примесей и осаждении последних на осадительных и коронирующих электродах.

Загрязненные газы, поступающие в электрофильтр, ионизируются, попадая в пространство между электродами. В зазоре между коронирующим и осадительным электродами создается электрическое поле убывающей напряженности с силовыми линиями, направленными от осадительного к коронирующему электроду или наоборот.

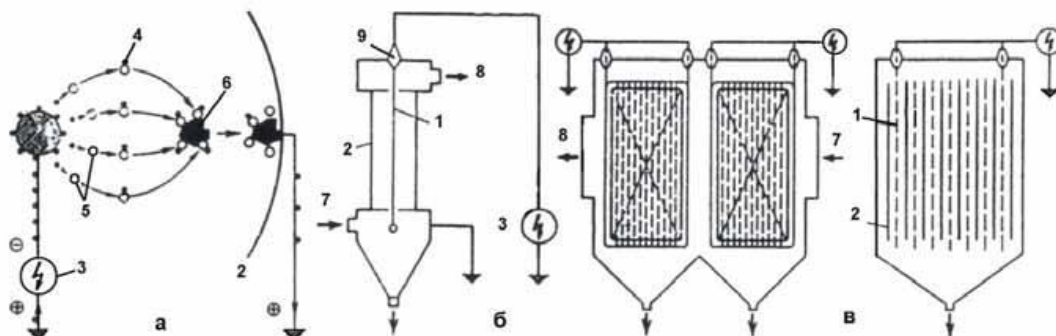


Рис. Принципиальная схема работы электрофильтра:

а – процесс электрического осаждения частиц; б – электрофильтр с трубчатым электродом; в – электрофильтр с пластинчатым электродом; 1 – коронирующий электрод; 2 – осадительный электрод; 3 – агрегат электропитания; 4 – электрон; 5 – молекула газа; 6 – осаждаемая частица; 7 – очищаемый газ; 8 очищенный газ; 9 – изолятор.

Аэрозольные частицы, поступающие в зону между коронирующим и осадительным электродами, адсорбируют на своей поверхности ионы, приобретая электрический заряд, и получают тем самым ускорение, направленное в сторону электрода с зарядом противоположного знака.

Движение заряженных частиц к осадительному электроду происходит под действием аэродинамических сил, силы взаимодействия электрического поля и заряда частицы, силы тяжести и силы давления электрического ветра.

Основной силой, вызывающей движение частицы к осадительному электроду, является сила взаимодействия между электрическим полем и зарядом частицы.

Таким образом, отрицательно заряженные аэрозольные частицы движутся к осадительному электроду под действием аэродинамических сил и электрических сил, а положительно заряженные частицы оседают на отрицательном коронирующем электроде. Ввиду того, что объем внешней зоны коронного разряда во много раз больше объема внутренней, большинство частиц пыли получает заряд отрицательного знака. Поэтому основная масса пыли осаждается на положительном осадительном электроде и лишь относительно небольшая – на отрицательном коронирующем электроде.

### **Аппараты мокрой очистки газов**

Аппараты мокрой очистки газов используются для одновременного решения целого комплекса задач:

- пылеулавливание;
- абсорбция;
- охлаждение газов.

В качестве орошающей жидкости в них чаще всего используется обычная вода или вода с примесями для абсорбции. Обычно для экономии жидкости



применяют замкнутую систему орошения. Мокрые пылеуловители имеют ряд достоинств и недостатков в сравнении с аппаратами других типов.

Достоинства: 1) небольшая стоимость и более высокая эффективность улавливания взвешенных частиц; 2) возможность использования для очистки газов от частиц размером до 0,1 мкм; 3) возможность очистки газа при высокой температуре и повышенной влажности, а также при опасности возгорания и взрывов очищаемых газов и уловленной пыли; 4) возможность наряду с пылями одновременно улавливать парообразные и газообразные компоненты.

Недостатки: 1) выделение уловленной пыли в виде шлама, что связано с необходимостью обработки сточных вод, т.е. с удорожанием процесса; 2) возможность уноса капель жидкости и осаждения их с пылью в газоходах и дымососах; 3) в случае очистки агрессивных газов необходимость защищать аппаратуру и коммуникации антикоррозионными материалами.

Скрубберы представляют собой колонну круглого или прямоугольного сечения с форсунками.

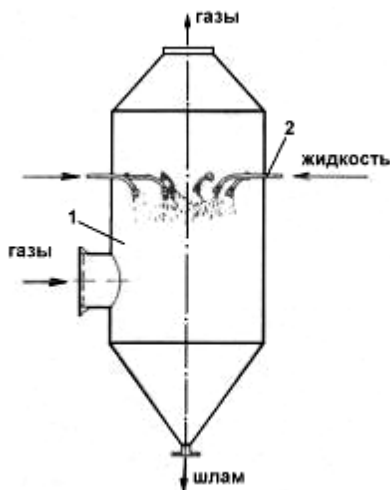


Рис. Скруббер: 1 – корпус; 2 – форсунки

### **Мокрые методы пылеочистки с использованием явлений абсорбции и хемосорбции**

Методы очистки промышленных выбросов от газообразных примесей по характеру протекания физико-химических процессов делятся на две группы:

– промывка выбросов растворителями примеси (метод абсорбции);

– промывка выбросов растворами реагентов, связывающих примеси химически (метод хемосорбции);

### ***Метод абсорбции***

Этот метод заключается в разделении газовой смеси на составные части путем поглощения одного или нескольких газовых компонентов этой смеси поглотителем (называемым абсорбентом) с образованием раствора. Решающим условием при выборе абсорбента является растворимость в нем извлекаемого компонента. Для удаления таких газов, как аммиак, хлористый или фтористый водород, целесообразно применять в качестве поглотительной жидкости воду, в некоторых специальных случаях вместо воды применяют водные растворы таких химических веществ, как серная кислота (для улавливания водяных паров), вязкие масла (для улавливания ароматических углеводородов из коксового газа) и др.

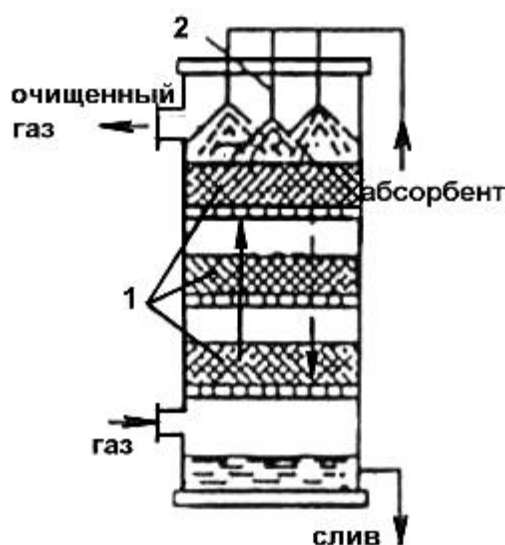


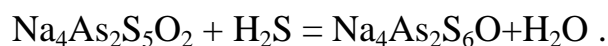
Рис. Абсорбер

- 1 – химически инертная насадка;
- 2 – разбрызгиватели

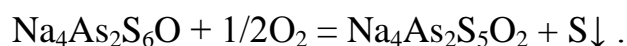
### ***Метод хемосорбции***

Этот метод основан на поглощении газов и паров твердыми или жидкими поглотителями с образованием малолетучих или малорастворимых химических соединений.

Примером хемосорбции может служить очистка газовой смеси от сероводорода путем применения мышьяковощелочного, этаноламинового и других растворов. При мышьяковощелочном методе извлекаемый из отходящего газа сероводород связывается оксисульфомышьяковой солью, находящейся в водном растворе по реакции:



Регенерация раствора производится окислением образовавшегося продукта кислородом, содержащимся в очищаемом воздухе:



В этом случае в качестве побочного продукта получается сера.

Основной недостаток мокрых методов состоит в том, что перед очисткой и после ее осуществления сильно понижается температура газов, что приводит в конечном итоге к снижению эффективности рассеивания остаточных газов в атмосфере. Кроме того, оборудование мокрых методов очистки громоздко и требует создания системы жидкостного орошения. В процессе работы абсорбционных аппаратов образуется большое количество отходов, представляющих смесь пыли, растворителя и продуктов поглощения. В связи с этим возникают проблемы обезжиривания, транспортировки или утилизации шлама, что удорожает и осложняет эксплуатацию.

### ***Адсорбционный метод очистки газов***

Метод основан на физических свойствах некоторых твердых тел с ультрамикроскопической структурой селективно извлекать и контролировать на своей поверхности отдельные компоненты из газовой смеси.

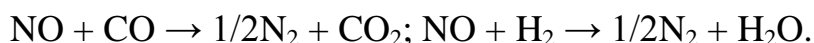
Адсорбция подразделяется на физическую адсорбцию и хемосорбцию. При физической адсорбции молекулы газа прилипают к поверхности твердого тела под действием межмолекулярных сил притяжения (силы Ван-дер-Ваальса). При уменьшении давления адсорбата в потоке газа либо при увеличении температуры поглощенный газ легко десорбируется без изменения химического состава. Обратимость данного процесса исключительно важна, если экономически выгодно рекуперировать адсорбируемый газ или адсорбент.

В качестве адсорбентов или поглотителей применяют вещества, имеющие большую площадь поверхности на единицу массы. Удельная поверхность активированных углей, например, достигает 105–106 м<sup>2</sup>/кг. Их применяют для очистки газов от органических паров, удаления неприятных запахов и газообразных примесей, содержащихся в незначительных количествах в промышленных выбросах, а также летучих растворителей и др. В качестве адсорбентов применяют также простые и комплексные оксиды (активированный глинозем, силикагель, активированный оксид алюминия, синтетические цеолиты или молекулярные сита), которые обладают большей селективной способностью, чем активированные угли.

### ***Каталитический метод очистки газов***

Этим методом превращают токсичные компоненты выбросов в вещества безвредные или менее вредные для окружающей среды путем введения в систему дополнительных веществ, называемых катализаторами. Каталитические методы основаны на взаимодействии удаляемых веществ с одним из компонентов, присутствующих в очищаемом газе, или со специально добавляемым в смесь веществом на твердых катализаторах. В большинстве случаев катализаторами могут быть металлы или их соединения (платина и металлы платинового ряда, оксиды меди и марганца и т.д.).

В последние годы каталитический метод очистки нашел свое применение в процессах нейтрализации выхлопных газов автомобилей. Для комплексной очистки выхлопных газов – окисления продуктов неполного сгорания и восстановления оксида азота – применяют двухступенчатый каталитический нейтрализатор. Установка состоит из последовательно соединенных восстановительного 2 и окислительного 4 катализатора. Отработавшие газы через патрубок 1 поступают к восстановительному катализатору 2, на котором происходит нейтрализация оксидов азота по следующим реакциям:



В качестве восстановительного катализатора применяют монельметалл (медноникелевый сплав) или катализатор из благородных металлов (например, платина на глиноземе). Эффективность очистки по NO достигает 90 % и выше.

После восстановительного катализатора к отработавшим газам для создания окислительной среды через патрубок 3 подводится вторичный воздух. На окислительном катализаторе происходит нейтрализация продуктов неполного сгорания – оксида углерода и углеводородов:

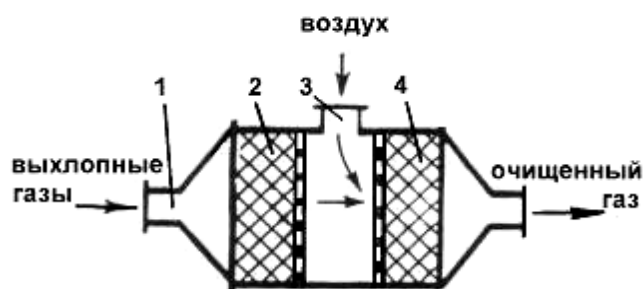
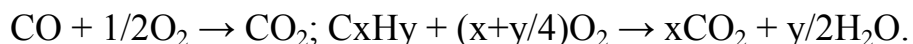


Рис. Двухступенчатый каталитический нейтрализатор: 1 – входной патрубок; 2 – восстановительный катализатор; 3 – патрубок вторичного воздуха; 4 – окислительный катализатор

Для окислительных процессов применяют катализатор из благородных металлов или оксидов переходных металлов (медь, никель, хром и др.). Содержание оксида углерода в выхлопных газах автомобиля с нейтрализатором снижается почти в 10 раз, а углеводородов – примерно в 8 раз.

### ***Термический метод обезвреживания газов***

Достаточно большое развитие в отечественной практике нейтрализации вредных примесей, содержащихся в вентиляционных и других выбросах, получило высокотемпературное дожигание (термическая нейтрализация). Для осуществления дожигания (реакций окисления) необходимо поддержание высоких температур очищаемого газа и наличие достаточного количества кислорода. Одним из простейших устройств, используемых для огневого обезвреживания технологических и вентиляционных выбросов, является горелка, предназначенная для сжигания природного газа.

### **Контрольные вопросы к теме 7:**

1. Назначение, принцип действия и устройство гравитационных, инерционных, центробежных пылеуловителей.
2. Назовите основные характеристики тканевых, волокнистых и зернистых фильтров.
3. Назначение, принцип действия и основные характеристики электрофильтров.
4. Объясните принцип действия аппаратов мокрой пылеочистки, использующих метод абсорбции.
5. Особенности мокрой очистки газовой смеси методом хемосорбции.
6. Сущность физической адсорбции. Практическое применение метода физической адсорбции с использованием угольного сорбента.
7. Сущность явления хемосорбции; необратимость процесса хемосорбции.
8. Сущность каталитического метода очистки газов, практическое его применение.
9. Практическое применение термического метода обезвреживания газов.

## **ТЕМА 8. Способы очистки загрязненной сточной воды**

**Аннотация:** в данном разделе рассматриваются основные способы очистки сточных от загрязняющих веществ, классификация методов очистки сточных вод в зависимости от преобладающих загрязняющих веществ.

**Ключевые слова:** способы очистки сточных вод

### **Методические рекомендации по изучению темы:**

Необходимо изучить лекционный материал с определениями основных понятий. После этого следует ответить на контрольные вопросы.

### **Источники информации:**

Самые распространенные способы очистки воды/авт.-сост. М.Е. Ершов.- М.: АСТ; Донецк: Сталкер, 2006.-с.3-48.

Новиков, А.В., Женихов Ю.Н. Улучшение качества природных и очистка сточных вод: учебное пособие. Ч. 1. 1-е изд. Тверь: ТГТУ, 2006. –с.12-92.

### **Список сокращений**

СВ - сточные воды

pH – отрицательный логарифм концентрации ионов водорода

### **Глоссарий:**

**АКТИВНЫЙ ИЛ** – это хлопья ила, состоящие из растений и колоний микроорганизмов и бактерии, которые и перерабатывают вредные органические вещества, содержащиеся в стоках. Бактерии, живущие на иле - аэробные, т.е. очищают стоки при доступе кислорода. При описании работы аэротенков часто используются выражения «нагрузка на ил» - это количество загрязнений, которые предстоит очистить илу и «окислительная способность ила» - количество загрязнений, которое было переработано илом, она зависит от дозы ила (в граммах по сухому веществу) в 1л. Доза ила в аэротенках разных систем и конструкций может составлять от 1 до 20 г/л.

**АЭРОТЕНК** — чаще всего резервуар прямоугольного сечения, по которому протекает сточная вода, смешанная с активным илом, где происходит биохимическая очистка сточной воды. Воздух, вводимый с помощью пневматических или механических аэраторов — аэрационной системы,

перемешивает обрабатываемую сточную воду с активным илом и насыщает её кислородом, необходимым для жизнедеятельности бактерий.

БИОФИЛЬТР - сооружение биологической очистки, в котором активная биомасса закреплена на неподвижном материале, а сточная вода скользит по материалу загрузки.

ОТСТОЙНИК — канализационная накопительная ёмкость, используемая для сбора канализационных и сточных вод, а также для их первичной механической очистки.

ФЛОТАТОР - это установка для очистки воды, применяемая в процессе флотации.

ФЛОТАЦИЯ — процесс разделения мелких твёрдых частиц (главным образом, минералов), основанный на различии их в смачиваемости водой. Гидрофобные (плохо смачиваемые водой) частицы избирательно закрепляются на границе раздела фаз, обычно газа и воды, и отделяются от гидрофильных (хорошо смачиваемых водой) частиц. При флотации пузырьки газа или капли масла прилипают к плохо смачиваемым водой частицам и поднимают их к поверхности.

КОАГУЛЯЦИЯ (лат. *coagulatio* — свёртывание, сгущение, укрупнение) — объединение мелких диспергированных частиц в бóльшие по размеру агрегаты. Коагуляция приводит к выпадению коагулята в виде хлопьевидного осадка.

*ИОНООБМЕННЫЙ МЕТОД ОЧИСТКИ* состоит в том, что сточные воды поступают на катионитовые и анионитовые фильтры, загруженные соответствующими смолами, где происходит обмен ионами с задержкой нежелательных ионов.

ЭЛЕКТРОФЛОТАЦИЯ — физико-химический метод очистки воды от нерастворимых (дисперсных) веществ. Метод основан на проведении электролиза воды на нерастворимых электродах и флотационном эффекте. В процессе электрофлотации нерастворимые загрязняющие вещества



поднимаются на поверхность сточной воды, переносимые всплывающими микропузырьками электролитических газов.

### **Вопросы для изучения:**

1. Способы защиты окружающей среды от загрязняющих веществ в составе сточных вод.
2. Классификация способов очистки сточных вод.

### **Защита от загрязнения водной среды**

Защита водной среды от вредных выбросов осуществляется применением следующих методов и средств:

1. Рациональным размещением источников сбросов и организацией водозабора и водоотвода;
2. Разбавлением вредных веществ в водоемах до допустимых концентраций, путем организации специально организуемых и рассредоточивающих выпусков.
3. Применение средств очистки стоков.

Методы очистки сточных вод подразделяют:

1. Механическая очистка: отстаивание, фильтрование, отделение частиц под действием центробежных сил, пескоулавливание, процеживание через решетки.
2. Биологический метод: основан на способности микроорганизмов использовать эти свойства в процессе своей жизнедеятельности (активный ил).
3. Физико-химические методы:
  - а) коагуляция;
  - б) флотация;
  - в) ионный обмен;
  - г) сорбция;
  - д) электродиализ - процесс сепарации ионов, под действием постоянного электрического поля;

е) обратный осмос - фильтрация через мембрану, под действием давления, превышающее осмотическое;

ж) ультрафильтрация.

#### 4. Химические методы:

а) нейтрализация;

б) окисление;

в) восстановление.

*Механическая очистка* служит для отделения нерастворенных веществ, размер которых больше  $1 \cdot 10^{-4}$  см, путем процеживания, отстаивания, фильтрования и центрифугирования.

Для задержки различных веществ, плавающих на поверхности сточных вод (масел, жиров, нефти, смол и т. п.), служат различные сооружения: масло-, жир -, нефте -, смолоуловители.

Во многих случаях сточные воды содержат мельчайшие частички, находящиеся во взвешенном состоянии, называемые суспензиями. Для их отделения прибегают к фильтрованию вод через специальные сетки или песчано-гравийные и шлаковые фильтры.

Процеживание предназначено для выделения из сточных вод (СВ) механических примесей ( $d_r \geq 25$  мм) вертикальными или наклонными решетками.

При эксплуатации решетки очищаются с помощью вертикальных и поворотных граблей, а при небольших расходах воды ( $Q < 4000 \text{ м}^3/\text{ч}$ ) - вручную. Примеси, снятые с решеток, измельчаются и, в зависимости от их ценности, сбрасываются в поток СВ за решеткой или направляются на переработку. Отстаивание предназначено для выделения из СВ нерастворимых и частично коллоидных механических загрязнений минерального происхождения. Этот процесс основан на осаждении в жидкости твердых частиц.

Отстаивание осуществляется в песколовках, отстойниках, жир-нефте-смоло- и маслоуловителях. Песколовки применяют для задержания тяжелых

нерастворимых примесей: песка (в стоках литейных цехов), окалины (отходы прокатных цехов) и т.д. со средним размером частиц до 250 мкм.

В зависимости от направления потока сточных вод песколовки делятся на: вертикальные, горизонтальные с прямолинейным и круговым движением воды, аэрированные – для разделения загрязнений по фракционному составу или плотности.

Некоторые из устройств водоочистки в виде принципиальных схем показаны на рис. Здесь а) – радиальный отстойник; б) – песчано-гравийный фильтр; в) – песколовка; г) – ловушка для нефти.

Очистку сточных вод от механических примесей можно осуществить с помощью гидроциклона и центрифуги, в которых воде придается вращательное движение с выделением частиц взвеси.

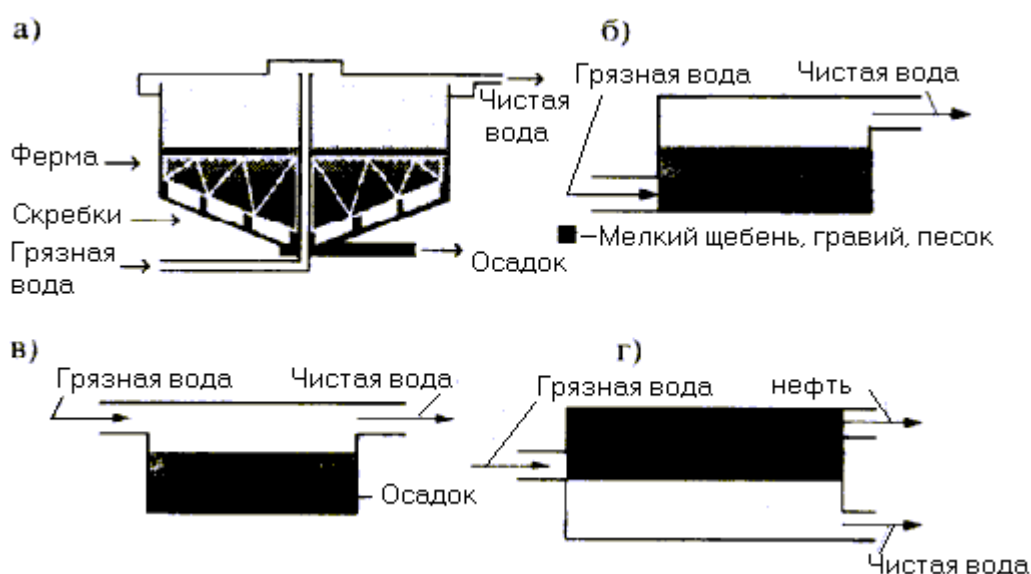


Рис. Схемы устройств очистки воды

Для очистки частиц с  $U_v < 0,02$  м/с используют *напорные гидроциклоны* (схема аналогична циклону для очистки воздуха от сухой неслипающейся пыли) и центрифуги. *Фильтрование СВ* предназначено для очистки их от тонкодисперсных механических загрязнений в небольшой концентрации. Процесс фильтрования часто проходит 3 ступени: циклон, фильтр с металлической сеткой, а затем рукавный фильтр. Такую схему применяют на участках очистки воды от бериллия. Используются фильтры с зернистым слоем

(песок, доломит, доменный шлак, керамические отходы, металлические опилки, отходы асбестового производства и др.), а также микрофильтры для тонкой очистки (барабанные или пластинчатые конструкции).

На рисунке показана схема фильтра-сепаратора с фильтрующей нагрузкой (например, из частиц пенополиуретана), предназначенного для очистки СВ от маслопродуктов и твёрдых частиц. Сточную воду по трубопроводу 5 подают на нижнюю опорную решётку 4. Затем вода проходит через фильтрующую нагрузку в ротор 2, верхнюю решётку 4 и очищенная от примесей переливается в приёмный кольцевой карман 6, затем выводится из корпуса 1. При концентрации маслопродуктов и твёрдых частиц до  $0,5 \text{ кг/м}^3$  эффективность очистки составляет соответственно 0,92 и 0,9, а время непрерывной эксплуатации фильтра 16–24 ч. Фильтрующая нагрузка может вращаться электродвигателем 7. В результате частицы пенополиуретана под действием центробежных сил отбрасываются к внутренним стенкам ротора, маслопродукты выжимаются, поступают в карманы 3 и направляются на регенерацию. Время полной регенерации фильтра 0,1 ч.

Очистка от примесей, содержащихся в сточных водах в небольшом количестве, производится отстаиванием, обработкой в гидроциклонах, флотацией и фильтрованием. Конструкции маслотовушек аналогичны конструкции горизонтального проточного отстойника с маслосборным устройством. Для очистки охлаждающих жидкостей, используемых на металлорежущих станках, применяют специальные реагенты, способствующие коагуляции загрязнений в эмульсиях (реагенты  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  и др.).

Механическую очистку применяют как предварительную при использовании других способов очистки.

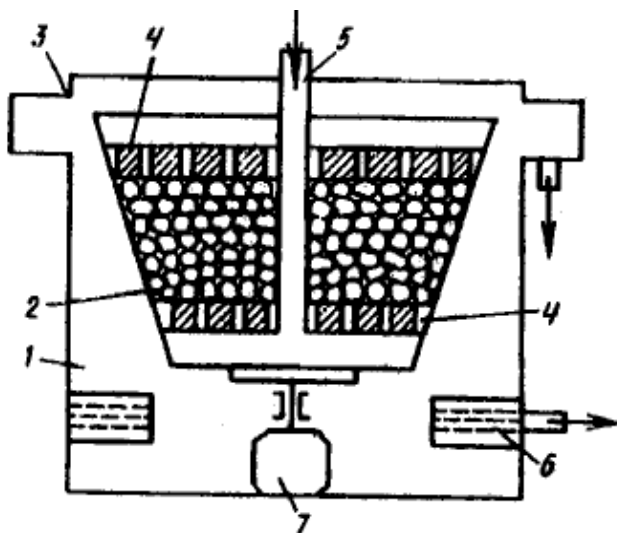


Рис. Схема фильтра-сепаратора

*Химический и физико-химический* способы применяют для очистки производственных сточных вод от коллоидных и растворенных веществ.

К основным химическим способам очистки относятся: окисление или восстановление загрязняющих воду веществ, нейтрализация с введением в сточные воды веществ с кислой или щелочной реакцией с целью обеспечения в них pH в пределах 6,5 – 8,5.

Во многих случаях загрязняющие вещества выделяются в виде осадков.

При физико-химической очистке используются следующие методы:

- *коагулирование* – введение в сточные воды веществ-коагулянтов, способствующих ускорению выделения из них нерастворенного и части растворенного загрязнения;

- *адсорбция* – добавление некоторых веществ, способных концентрировать на своей поверхности вещества, находящиеся в сточных водах;

- *экстракция* – введение в сточные воды вещества, не смешивающегося с ними, но способного растворять находящиеся в них загрязнения;

- *флотация* – пропуск через сточную воду воздуха, пузырьки которого при движении вверх захватывают загрязняющие воду вещества;

- *эвапорация* – пропуск через нагретую сточную воду водяного пара;

- *ионитовый* метод – фильтрование сточных вод через ионообменный материал, что обеспечивает удаление из воды катионов и анионов;

- *электрохимический метод* – инициирование различных химических реакций под воздействием электрического тока.

Выбор метода зависит от того, в каком состоянии находится вещество – в молекулярном или диссоциированном на ионы. Для веществ, находящихся в молекулярно-растворенном состоянии, могут быть использованы различные сорбенты (активированные угли, бентониты, диатомит, хлопья гидроксидов и т. д.), обработка воды окислителями (для веществ органического происхождения) и др.

При очистке воды от веществ, диссоциированных на ионы, используют методы, направленные на образование малорастворимых соединений, перевод

токсичного иона в нетоксичные комплексы (например, перевод цианидов в ферроцианиды), образование малодиссоциирующих молекул (при взаимодействии водородных и гидроксильных ионов), извлечение из воды ионов (электродиализ), замену токсичных ионов безвредными (например, при  $\text{H}^+$  и  $\text{OH}^-$ -ионировании) и т. п.

В последнее время все большее применение получают такие методы физико-химической обработки воды, как экстракция, сорбция, ионный обмен, электродиализ, озонирование, электрохимическое окисление и восстановление, окисление под высоким давлением, выпаривание, сжигание, обработка воды ультразвуком, ультрафильтрация и обратный осмос (гиперфильтрация). Под влиянием ультразвука интенсивно протекают окислительные процессы трудно окисляющихся веществ.

Нейтрализация СВ на заводах ведется для удаления из них кислот ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) и щелочей ( $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$ ), а также солей металлов, образованных на основе кислот и щелочей. В результате содержащиеся в воде ионы водорода  $\text{H}^+$  и гидроксильная группа  $\text{OH}^-$  объединяются в молекулы воды.

В последние годы успешно разрабатывается метод окисления органических веществ при высоком (до сотен атмосфер) давлении и высокой (порядка тысячи градусов) температуре. Возможность утилизации выделяющейся при этом теплоты повышает экономическую рентабельность метода.

Производственные и бытовые стоки, прошедшие очистку, теряют часть содержащихся в них бактерий, однако их полное уничтожение возможно лишь с помощью дезинфекции, которая производится путем хлорирования, электролиза, использования бактерицидных лучей и т. д.

*Биологическая очистка* базируется на способности некоторых микроорганизмов использовать для своего развития органические вещества, содержащиеся в сточных водах в коллоидном и растворенном состоянии. Этот способ применяют после того, как сточная вода очищена от минеральных и нерастворимых органических веществ. Он позволяет почти полностью удалить загрязнения органического происхождения. Биохимическая очистка

производится в естественных условиях – на полях орошения, полях фильтрации или в биологических прудах, а также в искусственных условиях – в биологических фильтрах и аэротенках.

Использование полимеров в качестве загрузочного материала позволило существенно повысить эффективность биофильтров, при этом они могут работать и как самостоятельные биоокислители, и в различных комбинациях с аэротенками.

Биологическая (биохимическая) очистка сточных вод считается основной для обезвреживания органических примесей, в результате которой происходит очищение сточных вод вследствие способности микробов расщеплять, окислять и восстанавливать органические и некоторые минеральные соединения, содержащиеся в сточных водах.

Схема аэротенка с принудительной подачей воздуха показана на рис.

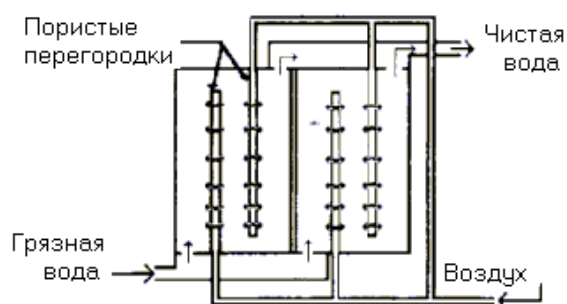


Рис. Схема аэротенка

В СВ обычно содержится 150 – 200 мг/л взвешенных твёрдых частиц, 150 – 200 мг/л органического вещества (определяемого как биологическая потребность в кислороде) и 20–40 мг/л аммонийного азота.

Очистка СВ в аэротенке колеблется от 4 до 24 ч и более в зависимости от вида СВ, требуемой глубины очистки, типа процесса и отделения очищенной жидкости от частиц активного ила в отстойнике.

Частицы активного ила представляют собой хлопок - смесь бактерий и простейших. Как правило, из множества видов бактерий, находящихся в активном иле, выделяют только три основные группы: углеродоокисляющие флокулообразующие бактерии, углеродоокисляющие нитчатые бактерии и бактерии-нитрификаторы. Флокулообразователи способствуют быстрому осаждению ила в отстойнике, а нитрификаторы превращают аммонийный азот в нитраты:



Анаэробные методы используют для обезвреживания высококонцентрированных СВ и осадков, образующихся при биохимической очистке СВ.

Биологический анаэробный способ позволяет обрабатывать осадок на ОС без применения реагентов и выдавать товарный продукт: биогаз и комплексное минерализованное удобрение для сельскохозяйственных целей.

Эффективность различных методов очистки СВ составляет (в %): механических – 50÷70, химических – 80÷90, физико-химических – 90÷95, биологических – 90÷95.

### **Контрольные вопросы к теме 8:**

1. Основные приемы защиты окружающей среды от загрязнения сточными водами.
2. Основные методы очистки сточных вод.
3. Область применения механических методов очистки сточных вод.
4. Область применения флотационных методов очистки.
5. Область применения и суть биологических методов очистки сточных вод.
6. Роль активного ила в очистке сточных вод.
7. Отличие биофильтра от аэротенка.



## **ТЕМА 9. Политика управления отходами, характеристика основных этапов**

**Аннотация:** в данной теме рассматриваются современные подходы в управлении образования и утилизации отходов, классификация отходов, преимущества и недостатки современных способов утилизации.

**Ключевые слова:** отходы, утилизация, классификация отходов

**Методические рекомендации по изучению темы:**

Необходимо изучить лекционный материал с определениями основных понятий. После этого следует ответить на контрольные вопросы.

**Источники информации:**

Арустамов Э.А., Косолапова Н.В. Безопасность жизнедеятельности. Учебник. - М.: Изд. дом « Дашков и КО». - 2005.-с.203-295.

Белов С.В. и др. Безопасность жизнедеятельности. Под ред. С.В. Белова. - М.: Высшая школа, 1999.-с.317-381.

Бережной С.А., Романов В.В., Седов В.И. Безопасность жизнедеятельности Учебное пособие. - Тверь: ТГТУ, 1996.-С.186-235.

**Список сокращений**

ТБО – твердые бытовые отходы

ПЭТ- полиэтилентерефталат

МСЗ - мусоросжигательные заводы

**Глоссарий:**

**РЕЦИКЛИНГ** — повторное использование или возвращение в оборот отходов производства или мусора.

**ПОЛИГОН** твёрдых бытовых отходов — специальное сооружение, предназначенное для изоляции и обезвреживания ТБО. Полигоны должны гарантировать санитарно — эпидемиологическую безопасность населения. На полигонах обеспечивается статическая устойчивость ТБО с учётом динамики уплотнения, минерализации, газовыделения, максимальной нагрузки на единицу площади, возможности последующего рационального использования участка после закрытия полигонов (рекультивации).

**СВА́ЛКА** — территории временного размещения отходов производства и потребления. Санкционированные свалки — разрешенные местными органами власти территории (существующие площадки) для размещения промышленных и бытовых отходов, но не обустроенные в соответствии с требованиями, предъявляемыми к полигонам санитарными нормами и правилами, и эксплуатируемые с отклонениями от требований санитарно-эпидемиологического надзора.

**МУСОРОСЖИГАТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД** — предприятие, использующее технологию переработки твёрдых бытовых отходов, посредством термического разложения в котлах или печах. После высокотемпературного разложения образуются продукты сгорания: пепел, шлаки и летучие газы. Этот метод позволяет снизить объём бытовых отходов для захоронения примерно в 10 раз, а также использовать дополнительную энергию от горения для производства электроэнергии или теплоснабжения. Однако сжигание хлоросодержащих полимерных материалов ведёт к образованию токсичных веществ, диоксинов и фуранов.

**ОТХОДЫ** — вещества (или смеси веществ), признанные непригодными для дальнейшего использования в рамках имеющихся технологий, или после бытового использования продукции.

#### **Вопросы для изучения:**

1. Классификация отходов.
2. Характеристика основных этапов в управлении образования и утилизации отходов.

### **Твердые отходы и их переработка**

Все виды промышленных отходов, загрязняющих литосферу, делятся на твердые и жидкие. К твердым отходам относятся отходы металлов, дерева, пластмасс и других материалов, пыль минерального и органического происхождения, мусор, состоящий из различных органических и минеральных веществ: резины, бумаги, тканей, песка, шлака и т.п.

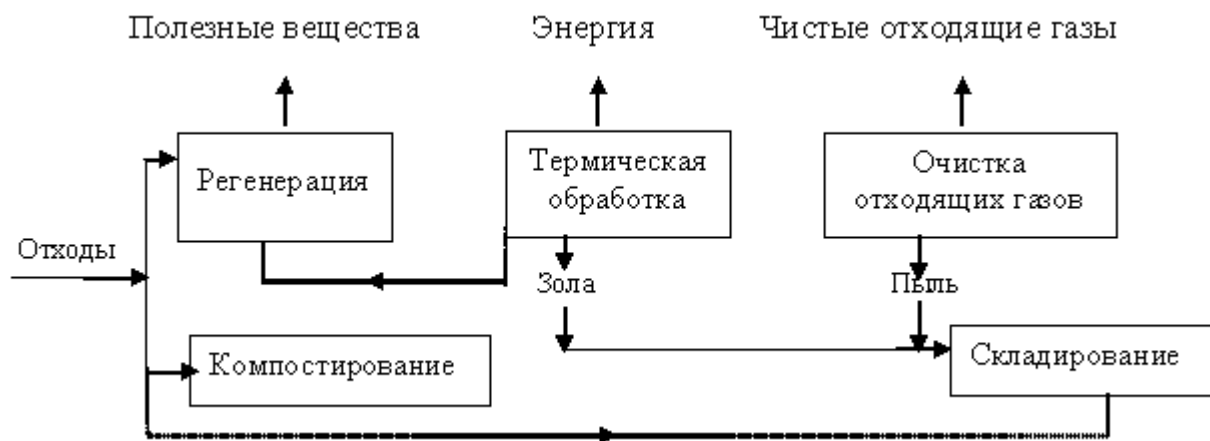
К жидким отходам относятся осадки сточных вод после их обработки, а также шламы минерального и органического происхождения в системах мокрой очистки газов.

Шламы из отстойников очистных сооружений и прокатных цехов содержат большое количество твёрдых материалов, концентрация которых составляет 20 – 300 г/л. После обезвреживания и сушки шламы используют в качестве добавки к агломерационной шихте или удаляют в отвалы. Шламы термических, литейных и других цехов содержат токсичные соединения свинца, хрома, меди, цинка, а также цианиды, хлорофос и др.

Отходы производства, технология переработки которых ещё не разработана, складировуют и хранят до появления новых технологий переработки отходов.

Различают три варианта технологий использования отходов: переработка и использование; переработка и консервация (хранение); уничтожение.

Схематически процесс обработки отходов представлен на рис. Концепция интегральных систем утилизации охватывает переработку ценных веществ, компостирование, выработку энергии в результате термической обработки, хранения шлаков и пыли из фильтров, а также логическую связь этих элементов. Оптимальное использование всех возможностей утилизации отходов предполагает исследования процессов их образования, транспортировки, учета региональной нагрузки на окружающую природную среду, экономической целесообразности.



Политика управления отходами состоит из нескольких взаимосвязанных этапов:

1. Уменьшение формирования отходов;
2. Рециклинг отходов;
3. Сжигание отходов для извлечения энергии;
4. Захоронение отходов.

Уменьшение образование отходов – приоритетное направление, когда с помощью экономических, административных и социальных методов достигается уменьшение образования промышленных и бытовых отходов. Введение платы за утилизацию и размещение отходов послужило стимулом для промышленных предприятий изменить технологию с целью уменьшения образования объемов отходов и снижения их токсичности. В бытовой сфере, помимо экономических методов, эффективно использование социальной рекламы, повышение уровня экологического образования во всех слоях населения.

Важным элементом является рециклинг или повторное использование полезных веществ, извлекаемых из отходов. Переработка – это повторное использование или возвращение в оборот отходов производства или мусора. Наиболее распространена вторичная, третичная и т. д. переработка в том или ином масштабе таких материалов, как стекло, бумага, алюминий, асфальт, железо, ткани и различные виды пластика. Также, с глубокой древности

используются в сельском хозяйстве органические сельскохозяйственные и бытовые отходы.

*Технологии вторичной переработки.* Множество различных отходов может быть использовано вторично. Для каждого типа сырья есть соответствующая технология переработки. Для разделения отходов на различные материалы используются различные виды сепарации, например, для извлечения металла — магнитная. Большинство металлов целесообразно перерабатывать вторично. Ненужные либо испорченные предметы, так называемый металлолом, сдаются на пункты приема вторсырья для последующей переплавки. Особо выгодна переработка цветных металлов (меди, алюминия, олова), распространённых технических сплавов (победит) и некоторых чёрных металлов (чугун).

Вторично перерабатываются процессоры, микросхемы и прочие радиодетали — из них извлекаются драгоценные металлы (главный целевой компонент — золото). Радииодетали вначале сортируют по размерам, затем дробят и погружают в царскую водку, в результате чего все металлы переходят в раствор. Из раствора золото осаждается определенными вытеснителями и восстановителями, другие металлы — сепарацией. Иногда после дробления радиодетали подвергаются отжигу.

*Вторичные пластмассы.* Существующие способы переработки отходов полиэтилентерефталата (ПЭТ) можно разделить на две основные группы: механические и физико-химические. Основным механическим способом переработки отходов ПЭТ является измельчение, которому подвергаются некондиционная лента, литьевые отходы, частично вытянутые или невытянутые волокна. Такая переработка позволяет получить порошкообразные материалы и крошку для последующего литья под давлением. Характерно, что при измельчении физико-химические свойства полимера практически не изменяются. При переработке механическим способом ПЭТ-тары получают флексы, качество которых определяется степенью загрязнения материала органическими частицами и содержанием в

нём других полимеров (полипропилена, поливинилхлорида), бумаги от этикеток. Физико-химические методы переработки отходов ПЭТ могут быть классифицированы следующим образом:

деструкция отходов с целью получения мономеров или олигомеров, пригодных для получения волокна и плёнки;

повторное плавление отходов для получения гранулята, агломерата и изделий экструзией или литьём под давлением;

пересаживание из растворов с получением порошков для нанесения покрытий;

получение композиционных материалов;

химическая модификация для производства материалов с новыми свойствами.

Каждая из предложенных технологий имеет свои преимущества. Но далеко не все из описанных способов переработки ПЭТ применимы к отходам пищевой тары. Многие из них позволяют перерабатывать только незагрязнённые технологические отходы, оставляя незатронутой пищевую тару, как правило, сильно загрязнённую белковыми и минеральными примесями, удаление которых сопряжено со значительными затратами, что не всегда экономически целесообразно при переработке в среднем и малом масштабе.

*Аккумуляторы и батареи.* На настоящий день все типы батарей, выпускаемые в Европе, могут быть переработаны независимо от того, перезаряжаемы они или нет. Для переработки не имеет значения, заряжена ли батарея, частично разряжена или разряжена целиком. После сбора батарей они подлежат сортировке и далее в зависимости от того, к какому типу они принадлежат, батареи отсылаются на соответствующий завод по переработке. Переработкой батарей в Европе занимается около 40 предприятий. Ниже приведены типы батарей и методы их переработки:

Тип батареи	Процесс переработки
Щелочные	Гидро- и пирометаллургические процессы
Никель-кадмиевые	Пирометаллургический процесс

Никель-металл-гидридные	Процесс восстановления металлов
Литий-ионные	Процесс восстановления металлов

Эффективность переработки определяется в процентном соотношении материала, поступившего на переработку, и материала, полученного после переработки. Однако точную эффективность переработки невозможно знать заранее по следующим причинам:

состав материала, поступающего на переработку, значительно разнится от партии к партии и от страны производителя — это происходит из-за смешения батарей от разных производителей и различной степени разрядки каждой конкретной батарейки в процессе переработки батареи смешиваются с другими материалами, поэтому определить точно эффективность переработки батарей и «добавочных» материалов невозможно;

переработка включает в себя несколько стадий, каждая из которых происходит на различных производствах, поэтому границы, в которых должна измеряться эффективность переработки, неясна.

Процесс переработки состоит из трех основных шагов: подготовка смеси; выжигание; плавка и отливка. На этапе подготовки смеси батарей различных типов смешиваются, и из них изготавливаются брикеты, затем брикеты помещают в печь с вращающимся нагревателем при температуре 230<sup>0</sup>. В процессе нагревания в камеру подводятся различные газы для ускорения сжигания лишних компонентов мусора и плавке металлов. Получаемые газовые отходы проходят систему жидкостной очистки. Полученные слитки помещают в электродуговую печь, где происходит разделение жидкой фазы металла и шлаков. Шлаки являются безопасными для здоровья, поэтому в дальнейшем они используются в строительстве зданий и дорог. Полученные слитки разделяются на болванки и плавятся с добавлением железа, до достижения стандартного состава — никель от 8 до 16 %, хром от 9 до 16 %, железо — оставшееся, незначительное содержание марганца, углерода и молибдена. С 2013 года на территории России функционирует первый завод, имеющий линию по переработке щелочных батареек гидрометаллургическим способом в

г. Челябинске. Федеральная программа по сбору и передаче батареек "Мегаполисресурс" осуществляется в ряде магазинов бытовой техники и электроники.

*Текстиль и обувь.* Во многих странах Европы на мусоросборных площадках спальных районов, помимо контейнеров для сбора металла, пластика, бумаги и стекла, появились контейнеры для сбора использованной одежды, обуви и тряпок. Весь текстиль поступает в сортировочный центр. Здесь происходит отбор одежды, которая ещё может быть пригодна для использования, она впоследствии поступает в благотворительные ассоциации для малоимущих, церкви и Красный Крест. Непригодная одежда проходит тщательный отбор: отделяются все металлические и пластмассовые детали (пуговицы, змейки, кнопки и пр.), затем разделяют по типу ткани (хлопок, лен, полиэстер и т. д.). Например, джинсовая ткань поступает на заводы по производству бумаги, где ткань измельчается и отмачивается, после этого процесс производства идентичен целлюлозному. Метод производства бумаги из ткани сохранился неизменным уже многие столетия и был завезен в Европу Марко Поло, когда он впервые посетил Китай. В результате получается два типа бумаги:

1. «Художественная» бумага для акварели или гравюры со своей текстурой, прочностью и долговечностью.
2. Бумага для производства банкнот.

Обувь подвергается похожему процессу сортировки: подошва отделяется от верха, компоненты сортируются по типу материала, после чего поступают на предприятия по переработке резины, пластмассы и т. д. В этом своего успеха достигла инновационная компания спортивной одежды NIKE, в магазинах которой в США можно получить скидку, оставив свои сношенные кроссовки.

*Бумага.* Старые бумаги вымачиваются, чистятся и измельчаются для получения волокон — целлюлозы. Дальше процесс идентичен процессу производства бумаги из лесоматериалов. В России основная часть макулатуры



(до 75 %) используется для производства туалетной бумаги и картона (коробочного, тарного, гофрокартона).

*Стекло.* Стекло является одним из немногих материалов, который может перерабатываться бесконечно без потери качества. Собранный тару можно использовать двумя способами: разбить, а затем переработать или вымыть, продезинфицировать и использовать вторично. Повторное использование требует меньше энергозатрат, поэтому оно более предпочтительно с точки зрения влияния на окружающую среду и зачастую экономически более целесообразно. В 2010 г. по оценкам исследовательской компании Abercade в России небитая тара составляла 97% всего собираемого стекла, и 3% составлял стеклобой.

Этапы переработки стекла: сортировка бутылок, измельчение бутылок, удаление загрязнений. Полученный состав варится в печи, нагретой до 1200 — 1550°C. Вторичное стекло плавится при более низкой температуре, чем сырье, используемое для производства стекла с нуля. Поэтому большее количество переработанного стекла дает большую экономию энергии.

Формирование новых бутылок или банок. Ярко-оранжевое расплавленная стекломасса нарезается на кусочки (или капли), из которых формовочные автоматы создают готовые бутылки.

*Шины.* Переработка шин и резинотехнических изделий – одна из наиболее актуальных проблем, из числа поставленных мировым автомобилестроением перед человечеством. Как правило, утилизация шин, выработавших свой срок службы, сводится в настоящее время к простому выбрасыванию их в ближайшем «удобном» месте или захоронению на свалке. Вряд ли этот способ можно назвать экологически безопасным, поскольку в естественных условиях шины разлагаются более ста лет. Одним из методов переработки отработанных шин заключается в их механическом дроблении. После удаления бортовых колец шину разрезают на 4 части и пропускают через специальные вальцы, разрушающие ее. Затем крупные куски резинокордной конструкции дробят и отделяют резину от корда. Отделенную резину измельчают и получают крошку. Резиновая крошка используется для производства вторичных резинотехнических изделий (коврики, втулки и т.д.). К сожалению, в этом случае тоже не удастся полностью очистить металлокорд, поэтому его

вторичное использование в качестве лома черных металлов затруднительно, а порой и невозможно. В то же время одно из неоспоримых достоинств механического способа – низкая себестоимость.

Как правило, переработку промышленных отходов в РФ производят на специальных *полигонах*, создаваемых в соответствии с требованиями СНиП 2.01.28-85 (Полигоны по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов. Основные положения по проектированию) и предназначенных для централизованного сбора, обезвреживания и захоронения токсичных отходов промышленных предприятий, НИИ и учреждений. Приему на полигон не подлежат отходы, для которых разработаны эффективные методы извлечения металлов и других веществ, нефтепродукты, подлежащие регенерации, радиоактивные отходы, токсичные отходы 1-2 класса. Устройство полигона предусматривает максимально возможное не воздействие складываемых отходов на окружающую среду. Для этого предусматривается создание изоляционного слоя на дне полигона в виде естественного глиняного замка или прокладки искусственных изоляционных материалов. Укладываются в несколько слоев фильтрующие материалы для свободного просачивания вод атмосферных осадков и образующихся в результате биохимического разложения отходов.

Отходы укладываются слоями в качестве прокладки используют инертные материалы – строительный мусор и т.п., слои плотно утрамбовываются. Когда очередная карта заполняется, ее засыпают слоем почвы и переходят для заполнения на другую карту.

Полигон ограждают земляным валом, организуют санитарно-защитную зону отчуждения, где не разрешается никакой вид деятельности. Кроме того, организуют лесную защитную полосу для предотвращения распространения выделяемых на полигоне газов.



Мусоросжигание - это наиболее сложный и «высокотехнологичный» вариант обращения с отходами. Сжигание требует предварительной обработки ТБО (с получением так называемого топлива, извлеченного из отходов). При разделении из ТБО стараются удалить крупные объекты, металлы (как магнитные, так и немагнитные) и дополнительно его измельчить. Для того, чтобы уменьшить вредные выбросы из отходов, также извлекают батарейки и аккумуляторы, пластик, листья. Сжигание неразделенного потока отходов в настоящее время считается чрезвычайно опасным. Таким образом, мусоросжигание может быть только одним из компонентов комплексной программы утилизации.

Сжигание позволяет примерно в 3 раза уменьшить вес отходов, устранить некоторые неприятные свойства: запах, выделение токсичных жидкостей, бактерий, привлекательность для птиц и грызунов, а также получить дополнительную энергию, которую можно использовать для получения электричества или отопления.

В России термическая переработка ТБО началась с 1972 г. когда в восьми городах СССР было установлено 10 мусоросжигательных заводов первого поколения. Все эти заводы были практически без газоочистки и почти не использовали вырабатываемое тепло. Кроме того, необходимо дополнительное топливо извне, так как сам мусор имеет низкую теплотворную способность.

Экологические негативные воздействия мусоросжигательных заводов (МСЗ) в основном связаны с загрязнением воздуха, в первую очередь мелкодисперсной пылью, оксидами серы и азота, фуранами и диоксинами.

Серьезные проблемы возникают также с захоронением золы от мусоросжигания, которая по весу составляет до 30% от исходного веса отходов и которая в силу своих физических и химических свойств не может быть захоронена на обычных свалках. Для безопасного захоронения золы применяются специальные хранилища с контролем и очисткой стоков.

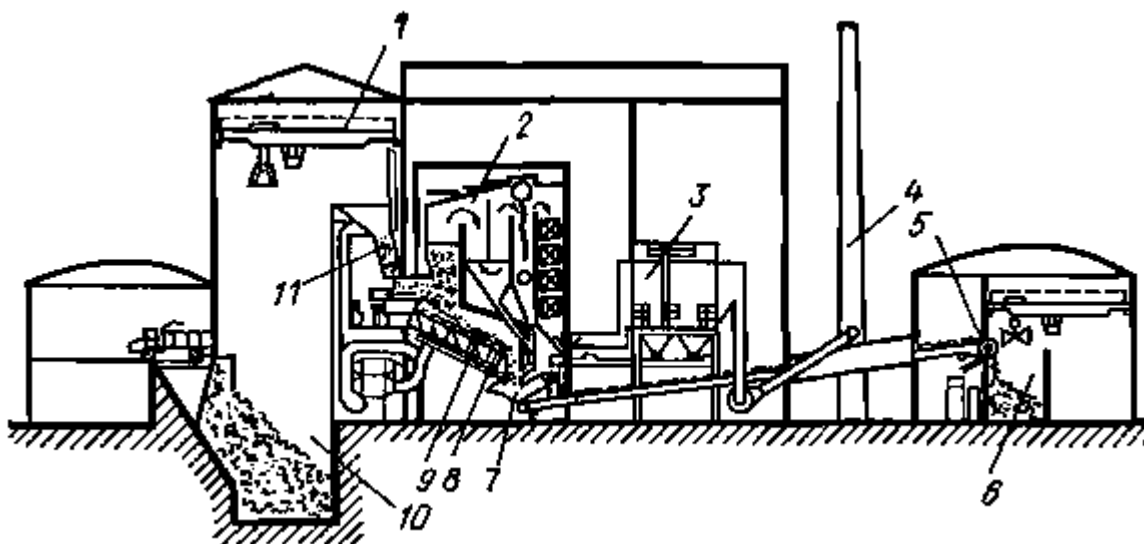


Рис.

Технологическая схема МСЗ № 2 (Москва): 1 — мостовой кран с грейферным ковшом; 2 — парогенератор; 3 — электрофильтр; 4 — дымовая труба; 5 — магнитный сепаратор; 6 — склад шлака; 7 — механизм шлакоудаления; 8 — подпорный валик колосниковой решетки; 9 — обратно-переталкивающая колосниковая решетка; 10 — приемный бункер; 11 — бункер котлоагрегата

### Контрольные вопросы к теме 9:

1. Классификация отходов
2. Основные этапы оборота отходов.
3. Технологии вторичной переработки отходов металлов, пластмассы, стекла, батареек, шин.
4. Особенности хранения и утилизации отходов на полигонах.
5. Особенности утилизации отходов на мусоросжигающих заводах.

## **ТЕМА 10. Опасные факторы комплексного характера. Пожары, классификация, методы борьбы с пожарами**

**Аннотация:** в данной теме рассматриваются вопросы обеспечения пожарной безопасности, опасные факторы пожара, способы тушения пожаров.

**Ключевые слова:** пожарная безопасность, горение

### **Методические рекомендации по изучению темы:**

Необходимо изучить лекционный материал с определениями основных понятий. После этого следует ответить на контрольные вопросы.

### **Источники информации:**

1. Инженерная экология и экологический менеджмент: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальностям "Инженерная защита окружающей среды", "Безопасность технологических процессов и производств" / М.В. Буторина, Л.Ф. Дроздова, Н.И. Иванов и др.; под ред. Н.И. Иванова и И.М. Фадына . Изд. 3-е . Москва : Логос, 2011 .с.325-478.

2. Промышленная экология: Учебник / Ф.Ф. Брюхань, М.В. Графкина, Е.Е. Сдобнякова. - М.: Форум, 2011. - 208 с.  
<http://znanium.com/bookread.php?book=208909>

3. Промышленная экология: Учебное пособие / Б.С. Ксенофонтов, Г.П. Павлихин, Е.Н. Симакова. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013. - 208 с.  
<http://znanium.com/bookread.php?book=327494>

4. Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие / Ш.А. Халилов, А.Н. Маликов, В.П. Гневанов; Под ред. Ш.А. Халилова. - М.: ИД ФОРУМ: ИНФРА-М, 2012. - 576 с. <http://znanium.com/bookread.php?book=238589>

### **Список сокращений**

ФЗ – Федеральный Закон

ГГ - горючие газы

ЛВЖ - легковоспламеняющиеся жидкости

ГЖ - горючие жидкости

ГП - горючие пыли

ВВ - взрывоопасное вещество

НКПВ - нижний концентрационный предел воспламенения (взрываемости)

ПВОО - пожаровзрывоопасные объекты

### **Глоссарий:**

**ПОЖАР** – неконтролируемое горение в не специального очага, наносящее материальный ущерб и создающие опасность для жизни и здоровья людей.

**ГОРЕНИЕ** – это окислительный процесс, возникающий при контакте горючего вещества, окислителя и источника зажигания.

**ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ** – это состояние защищенности личности, имущества, общества и государства от пожаров.

**СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ** – совокупность сил и средств, а также мер правового, организационного, экономического, социального и научно-технического характера, направленных на борьбу с пожарами.

**ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНЫЙ ОБЪЕКТ** – объект, на котором производят, используют, перерабатывают, хранят или транспортируют легковоспламеняющиеся и пожаровзрывоопасные вещества, создающие реальную угрозу возникновения техногенной чрезвычайной ситуации (ЧС).

**ТРЕБОВАНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ** – это специальные условия социального и технического характера, установленные в целях обеспечения пожарной безопасности законодательством Российской Федерации, нормативными документами или уполномоченным государственным органом.

**ТЕМПЕРАТУРА САМОВОСПЛАМЕНЕНИЯ** - минимальная температура вещества, при которой происходит резкое увеличение скорости экзотермических реакций, заканчивающееся возникновением пламенного горения.

**ТЕМПЕРАТУРА ВСПЫШКИ** – самая низкая (в условиях специальных испытаний) температура горючего вещества, при которой над поверхностью образуются пары и газы, способные вспыхивать в воздухе от источника

зажигания, но скорость их образования еще недостаточна для последующего горения.

**ТЕМПЕРАТУРА ВОСПЛАМЕНЕНИЯ** – температура горения вещества, при которой оно выделяет горючие пары и газы с такой скоростью, что после воспламенения их от источника зажигания возникает устойчивое горение.

**ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ПРЕДЕЛЫ ВОСПЛАМЕНЕНИЯ** – температуры, при которых насыщенные пары вещества образуют в данной окислительной среде концентрации, равные соответственно нижнему и верхнему концентрационным пределам воспламенения жидкостей.

**НИЖНИЙ КОНЦЕНТРАЦИОННЫЙ ПРЕДЕЛ ВОСПЛАМЕНЕНИЯ** - минимальная концентрация горючих газов и паров в воздухе, при которой они способны загораться и распространять пламя, называется.

**ВЕРХНИЙ КОНЦЕНТРАЦИОННЫЙ ПРЕДЕЛ ВОСПЛАМЕНЕНИЯ** - максимальная концентрация горючих газов и паров, при которой еще возможно распространение пламени, называется.

#### **Вопросы для изучения:**

1. Обеспечение пожарной безопасности.
2. Классификация горючих веществ.
3. Способы предотвращения и тушения пожаров.

#### **Пожароопасность**

*Основные причины и источники пожаров и взрывов:*

1. Нарушение технологического режима – 33%;
2. Неисправность электроустановок – 16%;
3. Самовозгорание промасленной ветоши и других материалов, склонных к самовозгоранию – 10%.

Пожароопасность сегодня возрастает, так как в промышленности, строительстве и быту применяется множество легковоспламеняющихся веществ и материалов. Используются в огромных количествах нефть и нефтепродукты, природный газ. В производстве сохраняются и внедряются сложные и энергоемкие технологии, обладающие высокой потенциальной

пожароопасностью. Все это требует повышенного внимания к противопожарной защите, осторожности, высокой технологической дисциплины. Многие предприятия и иные объекты имеют свои специфические требования по обеспечению пожарной безопасности.

В Федеральном законе от 21.12.94 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» (с изменениями в Федеральный закон от 12.03.2014 N 27-ФЗ [http://www.consultant.ru/popular/o\\_pozharnoj\\_bezopasnosti/](http://www.consultant.ru/popular/o_pozharnoj_bezopasnosti/)) указывается, что "...обеспечение пожарной безопасности является одной из важнейших функций государства».

Основными элементами системы обеспечения пожарной безопасности являются органы государственной власти, органы местного самоуправления, предприятия, граждане, принимающие участие в обеспечении пожарной безопасности в соответствии с законодательством Российской Федерации.

К объектам, на которых наиболее возможны взрывы и пожары, относятся: предприятия химической, нефтеперерабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности; предприятия, использующие газо- и нефтепродукты в качестве сырья для энергоносителей; газо- и нефтепроводы; все виды транспорта, перевозящие взрыво- и пожароопасные вещества; топливозаправочные станции; предприятия пищевой промышленности; предприятия, использующие лакокрасочные материалы и др.

Взрыво- и пожароопасными веществами и смесями являются: взрывчатые вещества и пороха, применяемые в военных и промышленных целях, изготавливаемые на промышленных предприятиях, хранящиеся на складах отдельно и в изделиях и транспортируемые различными видами транспорта; смеси газообразных и сжиженных углеводородных продуктов (метана, пропана, бутана, этилена, пропилена и др.), а также сахарной, древесной, мучной и пр. пыли с воздухом; пары бензина, керосина, природный газ на различных транспортных средствах, топливозаправочных станциях и др.



Пожары на предприятиях могут возникать также вследствие повреждения электропроводки и машин, находящихся под напряжением, топок и отопительных систем, емкостей с легковоспламеняющимися жидкостями и т.д.

Известны также случаи взрывов и пожаров в жилых помещениях по причине неисправности и нарушения правил эксплуатации газовых плит.

Законодательство Российской Федерации о пожарной безопасности включает в себя Федеральный закон от 21.12.94 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» (с изменениями от 12.03.2014), принимаемые в соответствии с ним исполнительными органами власти Российской Федерации и ее субъектов нормативные правовые акты, регулирующие вопросы пожарной безопасности.

К основным нормативным правовым актам, устанавливающим требования пожарной безопасности, относятся правила и положения, изложенные в документе "О противопожарном режиме", утвержденном Постановлением Правительства РФ от 25.04.2012 N 390. Правила являются обязательными для исполнения всеми организациями независимо от форм собственности и ведомственной принадлежности, их работниками, а также гражданами.

#### *Общие сведения о горении и взрыве*

Для возникновения горения требуется наличие трех факторов: горючего вещества, окислителя и источника загорания. Окислителями могут быть кислород, хлор, фтор, бром, йод, окиси азота и другие. Кроме того, необходимо, чтобы горючее вещество было нагрето до определенной температуры и находилось в определенном количественном соотношении с окислителем, а источник загорания имел определенную энергию.

Наибольшая скорость горения наблюдается в чистом кислороде. При уменьшении содержания кислорода в воздухе горение прекращается. Горение при достаточной и надмерной концентрации окислителя называется полным, а при его нехватке – неполным. Выделяют три основных вида самоускорения химической реакции при горении: тепловой, цепной и цепочно-тепловой. Тепловой механизм связан с экзотермичностью процесса окисления и

возрастанием скорости химической реакции с повышением температуры. Цепное ускорение реакции связано с катализом превращений, которое осуществляют промежуточные продукты превращений. Реальные процессы горения осуществляются, как правило, по комбинированному (цепочно-тепловому) механизму.

Процесс возникновения горения подразделяется на несколько видов.

Вспышка – быстрое сгорание горючей смеси, не сопровождающееся образованием сжатых газов.

Возгорание – возникновение горения под воздействием источника зажигания.

Воспламенение – возгорание, сопровождающееся появлением пламени.

Самовозгорание – явление резкого увеличения скорости экзотермических реакций, приводящее к возникновению горения вещества при отсутствии источника зажигания. Различают несколько видов самовозгорания.

Химическое – от воздействия на горючие вещества кислорода, воздуха, воды или взаимодействия веществ.

Микробиологическое – происходит при определенной влажности и температуре в растительных продуктах (самовозгорание зерна).

Тепловое – вследствие длительного воздействия незначительных источников тепла (например, при температуре 100 °С тирса, ДВП и другие склонны к самовозгоранию).

Самовоспламенение – самовозгорание, сопровождается появлением пламени.

Взрыв – быстропротекающий процесс физических и химических превращений веществ, сопровождающийся освобождением значительного количества энергии в ограниченном объеме, в результате которого в окружающем пространстве образуется и распространяется ударная волна, способная привести или приводящая к возникновению техногенной чрезвычайной ситуации.

*Показатели пожаровзрывоопасности веществ и материалов.*

Вещества, способные самостоятельно гореть после удаления источника зажигания, называются горючими, в отличие от веществ, которые на воздухе не горят и называются негорючими.

По степени горючести вещества делятся на горючие (сгораемые), трудногорючие (трудносгораемые) и негорючие (несгораемые).

К горючим относятся такие вещества, которые при воспламенении посторонним источником продолжают гореть и после его удаления.

К трудногорючим относятся такие вещества, которые не способны распространять пламя и горят лишь в месте воздействия источника зажигания.

Негорючими являются вещества, не воспламеняющиеся даже при воздействии достаточно мощных источников зажигания (импульсов).

Горючие вещества могут быть в трех агрегатных состояниях: жидком, твердом и газообразном. Большинство горючих веществ независимо от агрегатного состояния при нагревании образует газообразные продукты, которые при смешении с воздухом, содержащим определенное количество кислорода, образуют горючую среду. Горючая среда может образоваться при тонкодисперсном распылении твердых и жидких веществ.

1. Горючие газы (ГГ) – вещества, способные образовывать с воздухом воспламеняемые и взрывоопасные смеси при температурах не выше 50 °С. К горючим газам относятся индивидуальные вещества: аммиак, ацетилен, бутadiен, бутан, бутилацетат, водород, винилхлорид, изобутан, изобутилен, метан, окись углерода, пропан, пропилен, сероводород, формальдегид, а также пары легковоспламеняющихся и горючих жидкостей.

Следует отметить, что многие вещества, образующие с воздухом взрывоопасную смесь, одновременно являются и токсичными, что определяет их двойную опасность: аммиак, дихлорэтан, метил хлористый, метилмеркаптан, метилтрихлорсилан, окись углерода, окись этилена, сероводород, сероуглерод, толуол, этилмеркаптан, этил хлористый и др.

2. Легковоспламеняющиеся жидкости (ЛВЖ) – вещества с температурой вспышки не выше 61 °С (в закрытом тигле) или 66 °С (в открытом), способные

воспламеняться от кратковременного (не более 30 с) воздействия источника зажигания с низкой энергией (пламени спички, искры, тлеющей сигареты и т.д.) и самостоятельно гореть после удаления источника зажигания. К таким жидкостям относятся индивидуальные вещества: ацетон, бензол, гексан, гептан, диметилформид, дифтордихлорметан, изопентан, изопропилбензол, ксилол, метиловый спирт, сероуглерод, стирол, уксусная кислота, хлорбензол, циклогексан, этилацетат, этилбензол, этиловый спирт, а также смеси и технические продукты: бензин, дизельное топливо, керосин, уайтспирт, растворители.

3. Горючие жидкости (ГЖ) – вещества, способные самостоятельно гореть после удаления источника зажигания и имеющие температуру вспышки выше 61 °С (в закрытом тигле) или 66 °С (в открытом). К горючим жидкостям относятся следующие индивидуальные вещества: анилин, гексадекан, гексиловый спирт, глицерин, этиленгликоль, а также смеси и технические продукты, например, масла: трансформаторное, вазелиновое, касторовое.

4. Горючие пыли (ГП) – твердые вещества, находящиеся в мелкодисперсном состоянии (частицы размером менее 850 мкм). Осевшая на стенах, потолке, поверхностях оборудования пыль (аэрогель) пожароопасна. Горючая пыль, у которой нижний концентрационный предел воспламенения не превышает 65 г/м<sup>3</sup>, находящаяся в воздухе (аэрозоль), способна образовывать с ним взрывчатые смеси: мука древесная, пробковая; пыль угольная, эпоксидная, сахарная, крахмальная, мучная, серная и др.

5. Взрывоопасное вещество (ВВ) – вещество, способное к взрыву или детонации без участия кислорода в воздухе.

Из горючих газов и пыли горючие смеси образуются при любой температуре, в то время как твердые вещества и жидкости могут образовывать горючие смеси только при определенных температурах.

В производственных условиях может иметь место образование смесей горючих газов или паров в любых количественных соотношениях. Однако взрывоопасными эти смеси могут быть только тогда, когда концентрация

горючего газа или пара находится между границами воспламеняемых концентраций.

Горючие пыли по степени взрыво- и пожароопасности делятся на четыре класса.

1-й класс – наиболее взрывоопасные – аэрозоли, имеющие нижний концентрационный предел воспламенения (взрываемости) (НКПВ) до 15 г/м<sup>3</sup> (сера, нафталин, канифоль, пыль мельничная, торфяная, эбонитовая).

2-й класс – взрывоопасные – аэрозоли, имеющие величину НКПВ от 15 до 65 г/м<sup>3</sup> (алюминиевый порошок, лигнин, пыль мучная, сенная, сланцевая).

3-й класс – наиболее пожароопасные – аэрогели, имеющие величину НКПВ больше 65 г/м<sup>3</sup> и температуру самовоспламенения до 250 °С (табачная, элеваторная пыль).

4-й класс – пожароопасные – аэрогели, имеющие величину НКПВ больше 65 г/м<sup>3</sup> и температуру самовоспламенения больше 250 °С (древесные опилки, цинковая пыль).

Основными показателями пожарной опасности являются температура самовоспламенения и концентрационные пределы воспламенения.

Температура самовоспламенения характеризует минимальную температуру вещества, при которой происходит резкое увеличение скорости экзотермических реакций, заканчивающееся возникновением пламенного горения.

Температура вспышки – самая низкая (в условиях специальных испытаний) температура горючего вещества, при которой над поверхностью образуются пары и газы, способные вспыхивать в воздухе от источника зажигания, но скорость их образования еще недостаточна для последующего горения.

По этой характеристике горючие жидкости делятся на 2 класса:

1) жидкости с  $t_{всп} < 61\text{ °С}$  (бензин, этиловый спирт, ацетон, нитроэмали и т.д.) – легковоспламеняющиеся жидкости (ЛВЖ);

2) жидкости с  $t_{всп} > 61\text{ }^{\circ}\text{C}$  (масло, мазут, формалин и др.) – горючие жидкости (ГЖ).

Температура воспламенения – температура горения вещества, при которой оно выделяет горючие пары и газы с такой скоростью, что после воспламенения их от источника зажигания возникает устойчивое горение.

Температурные пределы воспламенения – температуры, при которых насыщенные пары вещества образуют в данной окислительной среде концентрации, равные соответственно нижнему и верхнему концентрационным пределам воспламенения жидкостей.

Минимальная концентрация горючих газов и паров в воздухе, при которой они способны загораться и распространять пламя, называется нижним концентрационным пределом воспламенения.

Максимальная концентрация горючих газов и паров, при которой еще возможно распространение пламени, называется верхним концентрационным пределом воспламенения.

Указанные пределы зависят от температуры газов и паров: при увеличении температуры на  $100^{\circ}\text{C}$  величины нижних пределов воспламенения уменьшаются на 8–10%, верхних – увеличиваются на 12–15 %.

Пожарная опасность вещества тем больше, чем ниже нижний и выше верхний пределы воспламенения и чем ниже температура самовоспламенения.

Пыли горючих и некоторых не горючих веществ (например, алюминий, цинк) могут в смеси с воздухом образовать горючие концентрации.

Наибольшую опасность по взрыву представляет взвешенная в воздухе пыль. Однако и осевшая на конструкциях пыль представляет опасность не только с точки зрения возникновения пожара, но и вторичного взрыва, вызываемого в результате взвихривания пыли при первичном взрыве.

Минимальная концентрация пыли в воздухе, при которой происходит ее загорание, называется нижним пределом воспламенения пыли.

Поскольку достижение очень больших концентраций пыли во взвешенном состоянии практически нереально, термин «верхний предел воспламенения» к пылям не применяется.

Воспламенение жидкости может произойти только в том случае, если над ее поверхностью имеется смесь паров с воздухом в определенном количественном соотношении, соответствующем нижнему температурному пределу воспламенения.

Аэрозоль способен взрываться при размерах твердых частиц менее 76 мкм.

Верхние пределы взрываемости пыли весьма велики и внутри помещений практически трудно достижимы, поэтому они не представляют интереса. Например, ВКПВ пыли сахара составляет 13,5 кг/м<sup>3</sup>.

#### *Классификация пожаров*

Все пожары можно классифицировать по внешним признакам горения, месту возникновения и времени прибытия пожарных подразделений.

По внешним признакам горения пожары делятся на наружные, внутренние, одновременно наружные и внутренние, открытые и скрытые.

К наружным относятся пожары, у которых признаки горения (пламя, дым) можно установить визуально.

К внутренним относятся пожары, которые возникают и развиваются внутри здания. Они могут быть открытыми и скрытыми.

Признаки горения при открытых пожарах можно установить визуально: при скрытых пожарах горение протекает в пустотах строительных конструкций, вентиляционных каналах и шахтах, внутри торфяной залежи, штабелей торфа и т.д. При этом признаки горения обнаруживаются по выходу дыма через щели, изменению цвета штукатурки, нагретости конструкции, при вскрытии или разборке штабелей и конструкций.

Наиболее сложными являются пожары одновременно наружные и внутренние, открытые и скрытые.

При развитии пожара изменяется вид пожара, так, в здании скрытое внутреннее горение может перейти в открытое внутреннее, а внутреннее – в наружное, и наоборот.

По месту возникновения пожары бывают в зданиях, сооружениях, на открытых площадках складов и на природных массивах (лесные, степные, торфяные и хлебные поля).

По масштабам и интенсивности пожары подразделяются на следующие виды:

отдельный пожар – это пожар, возникающий в отдельном здании или сооружении (продвижение людей и техники по застроенной территории возможно без средств защиты от теплового воздействия);

сплошной пожар – одновременное интенсивное горение преобладающего количества зданий и сооружений на данном участке застройки (передвижение людей и техники через участок сплошного пожара невозможно без средств защиты от теплового воздействия);

огневой шторм – это особая фаза распространяющегося сплошного пожара, характерными признаками которого являются наличие восходящего потока продуктов сгорания и нагретого воздуха, а также приток свежего воздуха со всех сторон со скоростью не менее 50 км/ч по направлению к границам огневого шторма;

пожар разлития определяется как разлитие воспламеняющейся жидкости, горящей устойчивым диффузным пламенем;

массовый пожар представляет собой совокупность отдельных и сплошных пожаров.

#### *Поражающие факторы пожара*

Последствия пожаров обусловлены действием их поражающих факторов. Основными из них являются:

- непосредственное действие огня на горящий предмет (горение);
- дистанционное воздействие на предметы и объекты высоких температур за счет излучения (в результате происходит сгорание предметов и объектов, их



обугливание, разрушение, выход из строя; действие высоких температур вызывает пережог, деформацию и обрушение металлических ферм, балок перекрытий и других конструктивных деталей сооружений; кирпичные стены и столбы деформируются; в кладке из силикатного кирпича при длительном нагревании до 500–600 °С наблюдается расслоение кирпича и разрушение материала);

- воздействие токсичных продуктов горения (при пожаре в современных зданиях, при строительстве которых применялись полимерные и синтетические материалы, человек испытывает воздействие токсичных продуктов горения; хотя в продуктах горения содержится 50–100 видов химических соединений, оказывающих токсическое воздействие, основной причиной гибели людей на пожарах является отравление оксидом углерода; оксид углерода опасен тем, что он реагирует с гемоглобином крови в 200–300 раз активнее, чем кислород, вследствие чего красные кровяные тельца утрачивают способность снабжать организм кислородом; в 50–80 % случаев гибель людей на пожарах вызывается отравлением оксидом углерода и недостатком кислорода; понижение концентрации кислорода всего лишь на 3 % вызывает ухудшение двигательных функций организма.

Вторичными последствиями пожаров могут быть взрывы, утечка ядовитых или загрязняющих веществ в окружающую среду. Большой ущерб незатронутым пожаром помещениям и хранящимся в них предметам может нанести вода, используемая для тушения пожара.

#### *Пожаровзрывоопасные объекты (ПВОО)*

Пожаровзрывоопасными являются объекты с наличием легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ), горючих газов (ГГ), пылей. Критериями их пожаровзрывоопасности являются температура вспышки, самовоспламенения и концентрационные пределы воспламенения.

Характеризуя ЛВЖ и ГГ как основные источники объемных огненных взрывов, необходимо отметить, что они более опасны в обращении, чем обычные твердые детонационные взрывчатые вещества (ВВ) военного и

промышленного назначения, хотя с последними обращаются достаточно осторожно, поскольку это вещества, специально созданные для осуществления взрывов:

ЛВЖ и ГГ легко (и зачастую незаметно) вытекают и выбрасываются в окружающую среду в опасном количестве даже при самой малой разгерметизации емкостей и оборудования, при нарушении правил сливоналивных операций и неосторожном обращении в процессе использования, а ВВ являются твердыми телами и подобных утечек не испытывают;

взрывоопасные паровоздушные и газовоздушные смеси легко взрываются от самых малых источников зажигания (искры, пламени спички и т.д.), а тротилловую шашку можно бросить в огонь, можно выстрелить в нее из стрелкового огнестрельного оружия – взрыва не произойдет: для этого нужен специальный капсюль-детонатор;

ВВ используются узким кругом специалистов, а ЛВЖ и ГГ используются огромным количеством людей;

безопасность при нормальном использовании ЛВЖ и ГГ (в качестве горючего) порождает неосторожность в обращении с ними и нарушения правил безопасности, приводящие к утечкам, испарениям и многочисленным взрывам и пожарам.

### *Бытовые пожары и взрывы*

В России 70 % всех пожаров возникает в непроизводственной сфере, в жилых домах и общественных зданиях. К наиболее трагическим последствиям приводят катастрофы в общественных помещениях, где собирается большое количество людей. К тяжелым трагедиям приводят пожары в гостиницах, особенно высотных, откуда спасение людей части осложняется тем, что пути эвакуации отсекаются огнем и дымом.

Очень опасны пожары на объектах нефтегазодобывающей промышленности (в том числе на море) и на нефтяных месторождениях во время разведочного бурения, когда от искры, образованной в результате трения

песчинки или гальки о металлические конструкции, загорается нефтяной или газовый фонтан. Огненный смерч пылает с такой температурой, что около него сгорает все, что только может гореть. Такие пожары тушить очень сложно: огонь заливают, засыпают, пытаются сбить пламя направленными взрывами и реактивными струями воздуха. И все же иногда огненные факелы горят годами.

Еще более страшные катастрофы происходят на морских нефтеразработках, где бедствия принимают международный характер в связи с пагубными последствиями разлива горячей нефти прямо в море: загрязняются побережья, гибнет планктон, наносятся огромные убытки рыбным промыслам. Финансовый ущерб, связанный с такими катастрофами, чрезвычайно велик.

Основная часть нефтегазопродуктов на континентальных территориях государства перемещается с использованием трубопроводного транспорта. Количество аварийных ситуаций при этом ежегодно неуклонно увеличивается. Значительная часть трубопроводного фонда достаточно устарела. В России на начало 1996 г. эксплуатировалось более 200 тысяч км магистральных нефтегазопроводов, 10 % из которых работает более 35 лет, 32 % – более 20 лет. Ежегодно в России из магистральных трубопроводов вытекает, по различным оценкам, от 20 до 50 млн. добываемой нефти. Наружная коррозия трубопроводов, медленные темпы их капитального ремонта, дефекты в строительстве, нарушения правил технической безопасности дают все основания предполагать, что число аварий будет возрастать, а это, в свою очередь, может привести к огромным экономическим потерям и экологическим бедствиям. Часто аварии на трубопроводном транспорте вызывают возникновение пожаров и взрывов транспортируемых топливных продуктов.

Тяжелые последствия могут вызвать пожары и взрывы, возникающие на нефтехранилищах и складах горючего.

*Пожары и взрывы на предприятиях химической, нефтехимической, нефтегазоперерабатывающей промышленности*

Эти отрасли отличаются высокой аварийностью вследствие низкого технического уровня эксплуатации объектов, несовершенства систем

управления технологическими процессами и противоаварийной защиты, износа оборудования.

Пожары на предприятиях данных отраслей особенно опасны, так как вырвавшийся нефтяной фонтан при его воспламенении перебрасывает огонь на резервуары с нефтью, компрессорные установки и нефтепроводы.

Типовой нефтеперерабатывающий завод мощностью 10–15 млн. тонн в год сосредотачивает на своей промышленной площадке от 300 до 500 тыс. тонн углеводородного топлива, энергосодержание которого эквивалентно 3–5 мкг тротила. Такие технологические параметры, как температура, давление, содержание опасных веществ приближаются к критическим, что представляет собой значительную опасность для людей (персонала предприятия), окружающей среды и самой промышленности.

Анализ характера причин аварий в химической и нефтехимической промышленности показывает, что за последнее десятилетие большинство их (95 %) связано с взрывами различных химических веществ, причем 54 % – внутри аппаратуры, а 46 % – в производственных помещениях и на наружных установках. Во многих случаях аварийная утечка и взрывное сгорание пожаро- и взрывоопасных веществ в атмосфере являются основными причинами разрушений, убытков, последующих обширных пожаров.

Химические вещества, имеющиеся на объекте или синтезирующиеся в ходе неконтролируемых химических реакций, способны при аварии образовать токсические поражающие поля на больших площадях.

#### *Пожары и взрывы на пожаро- и взрывоопасных предприятиях*

Особой опасностью, непредсказуемостью, тяжелыми последствиями характеризуются пожары и взрывы на пожаро- и взрывоопасных предприятиях.

Поражение любого резервуара с пожаро- и взрывоопасными веществами в местах их массового хранения может сопровождаться сплошными пожарами, уничтожающими 80–90 % основных производственных и материальных фондов организации.

#### *Обеспечение пожаровзрывобезопасности зданий и сооружений*

Меры противопожарной защиты можно разделить на пассивные и активные.

Пассивные меры сводятся к архитектурно-планировочным решениям. При проектировании здания необходимо предусмотреть удобство подхода и проникновения в помещения пожарных подразделений, снижение опасности распространения огня между этажами, отдельными помещениями и зданиями, конструктивные меры, обеспечивающих незадымляемость зданий, противопожарные разрывы, преграды для распространения огня, выполнение конструкции здания из трудногорючих материалов и т.д.

Активные меры заключаются в создании автоматической пожарной сигнализации, установке систем автоматического пожаротушения, снабжения помещений первичными средствами пожаротушения и др.

Основные мероприятия по повышению надежности взрыво- и пожароопасных производств и снижению материальных и человеческих потерь от воздействия аварий, относящиеся к пассивным мерам.

1. Зонирование территории. Здания, сооружения, склады с повышенной пожарной опасностью располагаются с подветренной стороны.
2. Противопожарные разрывы делают для предупреждения распространения пожара с одного здания на другое. Величина противопожарного разрыва зависит от степени огнестойкости зданий, категории пожарной опасности, протяженности и этажности зданий.
3. Противопожарные стены применяются для разделения цеха на противопожарные отсеки. Противопожарные стены опираются на фундаменты и возводятся на всю высоту здания.
4. Противопожарные зоны и перекрытия исключают распространение пожара по горизонтали и вертикали здания.
5. Применение легкобрасываемых конструкций в наружных ограждениях зданий в соответствии со СНиП 31-03-2001. В качестве легко сбрасываемых конструкций используется остекление окон и фонарей. При недостаточной площади остекления могут быть использованы открывающиеся наружу

распашные ворота и двери, а также панели стен и плиты перекрытий. Сбрасывание (открывание) указанных конструкций должно происходить при давлении, не превышающем 2 кПа в момент взрыва, что снижает его действие.

Применение аварийной вентиляции (в дополнение к основной). Цель основной вентиляции – обеспечение пожаро- и взрывобезопасности производственного помещения при нормальном протекании технологического процесса. Она должна обеспечивать концентрации поступающих в помещение горючих газов и паров в пределах 5 % нижнего концентрационного предела взрываемости (воспламенения). Включающаяся автоматическая аварийная вентиляция выполняет ту же задачу в случае отказа основной вентиляции, а при нарушениях технологического процесса помогает основной. Аварийная вентиляция совместно с основной должна обеспечить не менее 8 воздухообменов в час по полному внутреннему объему помещений. Основные требования к аварийной вентиляции изложены в СНиП 2.04.05-91.

Активные меры защиты заключаются в обнаружении пожара автоматической системой сигнализации и его тушение.

1. Пожарная сигнализация. В основе автоматической системы сигнализации лежит использование автоматических датчиков контроля за накоплением в воздухе производственных помещений взрывоопасных и горючих газов и паров или температурой, давлением и др. При выходе параметра за установленные пределы на пульт управления поступает сигнал пожарной опасности.

2. Флегматизация атмосферы производственных помещений. Цель флегматизации – предупреждение образования взрывоопасной среды. Возможны два метода флегматизации, основанные на разбавлении воздуха помещений взрывоопасных производств:

- инертными разбавителями (азот, диоксид углерода, водяной пар);
- ингибиторами горения (хладоны и комбинированные газовые составы на их основе).

Установка флегматизации состоит из системы баллонов, содержащих флегматизирующие вещества, запорной арматуры и трубопроводной разводки

по помещению. Запорная арматура срабатывает по сигналу газоанализаторов или системе контроля загазованности помещения.

### 3. Исключение источников воспламенения взрыво- или пожароопасной среды.

С этой целью наиболее приемлемыми являются следующие пути:

исключение возможного контакта с источниками воспламенения (открытый огонь, раскаленные продукты горения, нагретые до высокой температуры поверхности оборудования и т.д.) горючих паров и газов, образующихся при авариях;

применение электрооборудования во взрывозащищенном исполнении;

ограничение нагрева оборудования до температуры самовоспламенения образующихся веществ;

применение материалов, не образующих при соударении искр;

применение средств защиты от атмосферного и статического электричества, блуждающих токов, токов замыкания и т.д. (заземление, увлажнение и использование нейтрализаторов статического электричества) и др.

#### *Тушение пожара*

Тушение пожара осуществляется следующими основными способами:

- Изоляция очага горения от воздуха или поступления горючего;
- Снижение концентрации кислорода в воздухе до значения, при котором не может происходить горение (разбавление);
- Охлаждение очага горения до температуры ниже температуры воспламенения (самовоспламенения, вспышка) - (охлаждение);
- Торможение скорости химической реакции окисления (ингибирование);
- Механический срыв пламени в результате воздействия на него струи газа или жидкости (механический срыв).

#### *Огнетушащие вещества.*

К огнетушащим веществам относят воду, подаваемую в очаг горения сплошной струей или в распыленном состоянии и обеспечивающую главным образом охлаждающий эффект; воздушно-механическую пену, оказывающую в основном изолирующее действие; инертные газы (углекислый газ, азот,

водяной пар), оказывающие разбавляющее действие; галогенуглеводородные составы, обладающие универсальными огнетушащими свойствами; комбинированные составы (сочетание порошковых и пенных составов, водогалогенуглеводородные эмульсии. Выбор вещества для тушения пожара зависит от технологии производства, свойств применяемого сырья, условий, исключающих появления вредных побочных явлений при реагировании огнетушащего средства с горящим веществом (например, взрывов, образования токсичных газов и др.)

#### *Тушение водой.*

Вода является наиболее дешевым и распространенным средством тушения пожаров. Она обладает высокой теплоемкостью, значительным увеличением объема при парообразовании. Воду применяют для тушения пожаров твердых горючих материалов, создания водяных завес и охлаждения объектов, расположенных вблизи очага горения.

Учитывая высокую электропроводность воды, ее нельзя применять для тушения пожаров на электроустановках, находящихся под напряжением.

При тушении водой нефтепродукты и другие горючие вещества всплывают и продолжают гореть на поверхности, поэтому эффект тушения подобных веществ резко снижается.

Воду подают в очаг горения в виде сплошных или распыленных струй. Сплошные мощные струи сбивают пламя, одновременно охлаждая поверхность. Распыленная струя в ряде случаев более эффективна, чем сплошная, т.к. при распылении создаются лучшие условия для испарения воды и, следовательно, для охлаждения и разбавления горячей среды.

#### *Тушение пеной*

Слой пены препятствует воздействию тепла зоны горения на поверхность горючих веществ и оказывает изолирующее действие. Пену (химическую и воздушно-механическую) применяют для тушения твердых веществ, легковоспламеняющихся жидкостей с плотностью менее 1,0 г/см<sup>3</sup> и не растворяющихся в воде.



Химическая пена образуется в результате реакции между щелочью и кислотой в присутствии пенообразователя. Воздушно-механическая пена – коллоидная система, состоящая из пузырьков газа, окруженных пленками жидкости. Ее получают смешиванием воды и пенообразователя с одновременным примешиванием воздуха.

*Тушение инертными разбавителями.*

В качестве огнетушащих составов для объемного тушения используют инертные разбавители – водяной пар, диоксид углерода, азот, аргон, дымовые газы и летучие ингибиторы (некоторые галогенсодержащие вещества). Тушение при разбавлении среды инертными разбавителями связано с потерями тепла на нагревание этих разбавителей и снижением скорости процесса и теплового эффекта реакции.

Углекислый газ применяют для объемного тушения пожаров на складах ЛВЖ, аккумуляторных станциях, в сушильных печах, в помещениях и зонах, где расположено электрооборудование, находящееся под напряжением, а также дорогое оборудование и ценности, которые могут быть повреждены водой и пеной (компьютерные залы, картинные галереи и т.д.).

*Тушение порошковым составом.*

Эти составы обладают высокой огнетушащей эффективностью. Они способны подавлять горение различных соединений и веществ, для тушения которых не применимы вода и пена (металлы, металлоорганические соединения и т.п.), их можно применять при тушении пожаров на электроустановках под напряжением. Основную роль при тушении порошками играет их способность ингибировать пламя. Огнетушащий эффект, например, порошков на основе бикарбонатов щелочных металлов значительно превышает эффект охлаждения или разбавления диоксидом углерода, выделяющимся при разложении порошков.

**Контрольные вопросы к теме 10:**

1. Основные причины пожаров в промышленности и быту.
2. Опасные факторы пожара.

3. Этапы возникновения пожара.
4. Показатели пожаровзрывоопасности веществ и материалов.
5. Классификация веществ по признаку горючести.
6. Классификация пожаров.
7. Обеспечение пожаровзрывобезопасности зданий и сооружений.
8. Огнетушащие вещества.

## **Тема 11. Взрывы: классификация, характеристика, параметры.**

### **Герметичные системы, находящиеся под давлением**

**Аннотация:** в данной теме рассматриваются вопросы, связанные с характеристикой, классификацией взрывов, характеристикой способов предотвращения взрывов.

**Ключевые слова:** взрыв, параметры взрыва, взрывоопасность

### **Методические рекомендации по изучению темы:**

Необходимо изучить лекционный материал с определениями основных понятий. После этого следует ответить на контрольные вопросы.

### **Источники информации:**

1. Инженерная экология и экологический менеджмент: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальностям "Инженерная защита окружающей среды", "Безопасность технологических процессов и производств" / М.В. Буторина, Л.Ф. Дроздова, Н.И. Иванов и др.; под ред. Н.И. Иванова и И.М. Фадиной. Изд. 3-е. Москва: Логос, 2011. с.325-478.
2. Промышленная экология: Учебник / Ф.Ф. Брюхань, М.В. Графкина, Е.Е. Сдобнякова. - М.: Форум, 2011. - 208 с. <http://znanium.com/bookread.php?book=208909>
3. Промышленная экология: Учебное пособие / Б.С. Ксенофонов, Г.П. Павлихин, Е.Н. Симакова. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013. - 208 с. <http://znanium.com/bookread.php?book=327494>
4. Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие / Ш.А. Халилов, А.Н. Маликов, В.П. Гневанов; Под ред. Ш.А. Халилова. - М.: ИД ФОРУМ: ИНФРА-М, 2012. - 576 с. <http://znanium.com/bookread.php?book=238589>

### **Список сокращений**

ГОСТ - государственный стандарт

АЭС – атомная электростанция

BLEVE —Boiling liquid expanding vapour explosion (взрыв расширяющихся паров вскипающей жидкости)

СПГ - сжиженный природный газ

ТНТ – тротиловый эквивалент

### **Глоссарий:**

**ВЗРЫВ** – быстрое химическое превращение вещества. Сопровождающееся выделением энергии и образование сжатых газов, способных производить механическую работу.

**ТРОТИЛОВЫЙ ЭКВИВАЛЕНТ** — мера энергосодержания высокоэнергетических событий, выраженная в количестве тринитротолуола (ТНТ), выделяющем при взрыве равное количество энергии.

**УДАРНАЯ ВОЛНА**—[поверхность разрыва](#), которая движется внутри среды, при этом [давление](#), [плотность](#), [температура](#) и [скорость](#) испытывают скачок.

**ВЗРЫВОЗАЩИТА** — меры, которые обеспечивают безопасность оборудования для работы во взрывоопасных средах, процессов его производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации, а также утилизации.

**ПАРОВОЙ ВЗРЫВ** — резкое (быстрое) за время 1 мс образование больших количеств пара, сопровождающееся местным повышением давления, вследствие перехода тепловой энергии (затрачиваемой на испарение жидкости и расширение пара) в механическую.

**ГЕРМЕТИЧНОСТЬ** - это непроницаемость жидкостями и газами стенок и соединений, ограничивающих внутренние объемы устройств и установок.

### **Вопросы для изучения:**

1. Характеристика и классификация взрывов.
2. Герметичные системы под давлением.
3. Способы защиты производственных объектов от взрывов.

Взрыв — физический или/и химический быстропротекающий процесс частичного преобразования в механическую работу значительной энергии, выделившейся в небольшом объёме за короткий промежуток времени, приводящий к ударным, вибрационным и тепловым воздействиям на окружающую среду и высокоскоростному расширению газов. При химическом

взрыве, кроме газов, могут образовываться и твёрдые высокодисперсные частицы, взвесь которых называют продуктами взрыва.

## 1. Классификация

Взрывы классифицируют по происхождению выделившейся энергии на:

- Химические.
- Взрывы ёмкостей под давлением (газовые баллоны, паровые котлы):
- Взрыв расширяющихся паров вскипающей жидкости (BLEVE).
- Взрывы при сбросе давления в перегретых жидкостях.
- Взрывы при смешивании двух жидкостей, температура одной из которых намного превышает температуру кипения другой.
- Ядерные.

*Химические взрывы.* Единого мнения о том, какие именно химические процессы следует считать взрывом, не существует. Это связано с тем, что высокоскоростные процессы могут протекать в виде детонации или дефлаграции (горения). Детонация отличается от горения тем, что химические реакции и процесс выделения энергии идут с образованием ударной волны в реагирующем веществе, и вовлечение новых порций взрывчатого вещества в химическую реакцию происходит на фронте ударной волны, а не путём теплопроводности и диффузии, как при горении. Как правило, скорость детонации выше скорости горения, однако это не является абсолютным правилом. Различие механизмов передачи энергии и вещества влияют на скорость протекания процессов и на результаты их действия на окружающую среду, однако на практике наблюдаются самые различные сочетания этих процессов и переходы детонации в горение и обратно. В связи с этим обычно к химическим взрывам относят различные быстропротекающие процессы без уточнения их характера.

Существует более жёсткий подход к определению химического взрыва как исключительно детонационному. Из этого условия с необходимостью следует, что при химическом взрыве, сопровождаемом окислительно-восстановительной реакцией (сгоранием), сгорающее вещество и окислитель

должны быть перемешаны, иначе скорость реакции будет ограничена скоростью процесса доставки окислителя, а этот процесс, как правило, имеет диффузионный характер. Например, природный газ медленно горит в горелках домашних кухонных плит, поскольку кислород медленно попадает в область горения путём диффузии. Однако, если перемешать газ с воздухом, он взорвётся от небольшой искры — объёмный взрыв.

Индивидуальные взрывчатые вещества как правило, содержат кислород в составе своих собственных молекул, притом, их молекулы, по сути метастабильные образования. При сообщении такой молекуле достаточной энергии (энергии активации) она самопроизвольно диссоциирует на составляющие атомы, из которых образуются продукты взрыва, с выделением энергии, превышающей энергию активации. Подобными свойствами обладают молекулы нитроглицерина, тринитротолуола и др. Нитраты целлюлозы (бездымный порох), чёрный порох, который состоит из механической смеси горючего вещества (древесный уголь) и окислителя (различные селитры), в обычных условиях не склонны к детонации, но их по традиции относят к взрывчатым веществам.

*Параметры взрыва.* Избыточное давление — один из ключевых параметров в анализе взрывов. Используют такие понятия как максимальное избыточное давление и избыточное давление проходящей волны. Давление проходящей волны соответствует измерению давления с лицевой стороны датчика, расположенного параллельно направлению распространения взрывной волны. Если избыточное давление измерять датчиком, ориентированным под углом  $90^0$  к направлению распространения взрывной волны, то тогда измеренный физический параметр следует называть избыточным давлением отраженной волны. Оно может иметь значения в 2-8 раз превышающее избыточное давление проходящей волны.

Тротíловый эквивалент — мера энергосодержания высокоэнергетических событий, выраженная в количестве тринитротолуола (ТНТ), выделяющем при взрыве равное количество энергии.

Паровой взрыв (англ. Vapor Explosion) — резкое (быстрое) за время 1 мс образование больших количеств пара, сопровождающееся местным повышением давления, вследствие перехода тепловой энергии (затрачиваемой на испарение жидкости и расширение пара) в механическую.

Для возникновения и развития крупномасштабного парового взрыва необходим ряд условий:

- образование такой смеси расплава и теплоносителя ячеистой структуры, которая была бы достаточно компактной, чтобы волна давления могла распространиться внутри нее;
- смесь должна иметь достаточное количество теплоносителя для образования пара;
- должен присутствовать спусковой механизм — импульс давления, который привел бы к срыву пленки пара на каплях расплава, резкой интенсификации теплообмена.

В явлении парового взрыва выделяют четыре стадии — фазы:

1. («фаза задержки») — смешение теплоносителя и крупных капель расплава, образование паровой пленки на поверхности расплава;
2. фаза интенсивного взаимодействия — прорыв пленки пара, фрагментация капель, возникновение ударной волны;
3. фаза распространения парового взрыва — распространение фронта ударной волны, размельчение капель расплава за счет ударной волны, интенсификация перемешивания, увеличение энергии волны (2, 3 — собственно фаза парового взрыва)
4. фаза затухания импульсов давления, кипения на застывших фрагментах.

Масштабы последствий взрывов зависят от их мощности и среды, в которой они происходят. Радиусы зон поражения могут достигать до нескольких километров. Различают три зоны действия взрыва.

Зона I — действие детонационной волны. Для нее характерно интенсивное дробящее действие, в результате которого конструкции разрушаются на

отдельные фрагменты, разлетающиеся с большими скоростями от центра взрыва.

Зона II – действие продуктов взрыва. В ней происходит полное разрушение зданий и сооружений под действием расширяющихся продуктов взрыва. На внешней границе этой зоны образующаяся ударная волна отрывается от продуктов взрыва и движется самостоятельно от центра взрыва. Истощив свою энергию, продукты взрыва, расширившись до мощности, соответствующей атмосферному давлению, не производят больше разрушительного действия.

Зона III – действие воздушной ударной волны. На внешней границе зоны III ударная волна вырождается в звуковую, слышимую на значительных расстояниях.

*Основные показатели последствий аварий на пожаровзрывоопасных объектах.* Тяжелыми чрезвычайными техногенными событиями являются аварийные взрывы. Взрыв - это быстропротекающий процесс физических и химических превращений веществ, сопровождающийся освобождением значительного количества энергии в ограниченном объеме, в результате которого в окружающем пространстве образуется и распространяется ударная волна, способная привести или приводящая к возникновению техногенной чрезвычайной ситуации (ГОСТ Р22.0.05-94). По другому определению, взрыв - процесс выделения энергии за короткий промежуток времени, связанный с мгновенным физико-химическим изменением состояния вещества, приводящим к возникновению скачка давления или ударной волны, сопровождающийся образованием сжатых газов или паров, способных производить работу (ГОСТ Р22.0.08-96). Он приводит к образованию сильно нагретого газа (плазмы) с очень высоким давлением, который при моментальном расширении оказывает ударное механическое воздействие (давление, разрушение) на окружающие тела. Взрыв в твердой среде сопровождается ее разрушением и дроблением, в воздушной или водной вызывает образование воздушной или гидравлической



ударных волн, которые оказывают разрушающее воздействие на помещенные в них объекты.

Взрывы происходят за счет освобождения химической энергии (главным образом взрывчатых веществ), внутриядерной энергии (ядерный взрыв), электромагнитной энергии (искровой разряд, лазерная искра и др.), механической энергии (при падении метеоритов на поверхность Земли и др.), энергии сжатых газов (при превышении давления предела прочности сосуда - баллона, трубопровода и т.п.).

Особенно большая потенциальная опасность взрывов существует на взрывоопасных объектах. В соответствии с Федеральным законом «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» к ним относятся объекты, на которых получают, используются, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются, уничтожаются взрывчатые вещества - вещества, которые при определенных видах внешнего воздействия способны на очень быстрое самораспространяющееся химическое превращение с выделением тепла и образованием газов.

*На взрывоопасных объектах возможны следующие виды взрывов:*

неконтролируемое резкое высвобождение энергии за короткий промежуток времени и в ограниченном пространстве (взрывные процессы);

образование облаков топливно-воздушных смесей или других газообразных, пылевоздушных веществ их быстрыми взрывными превращениями (объемный взрыв);

взрывы трубопроводов, сосудов, находящихся под высоким давлением, или с перегретой жидкостью (прежде всего резервуаров со сжиженным углеводородным газом).

*Основными поражающими факторами взрыва являются:*

воздушная ударная волна (при дефлаграционном взрыве - волна сжатия) - избыточное давление в ее фронте;

осколочное поле - количество осколков, их кинетическая энергия и радиус разлета.

В результате действия поражающих факторов взрыва происходит разрушение или повреждение зданий, сооружений, технологического оборудования, транспортных средств, элементов коммуникаций и других объектов, гибель или ранение людей. Вторичными последствиями взрывов являются поражение людей, находящихся внутри объектов, обломками обрушенных конструкций зданий и сооружений, их погребение под обломками. В результате взрывов могут возникнуть пожары, утечка опасных веществ из поврежденного оборудования. При взрывах люди получают термические и механические повреждения. Характерны черепно-мозговые травмы, множественные переломы и ушибы, комбинированные поражения

*Паровой взрыв на АЭС.* В условиях тяжелой аварии на АЭС паровой взрыв может происходить при контакте расплавленных материалов активной зоны — кориума с теплоносителем. Механизмы фрагментации расплава связаны с локальными тепловыми и гидродинамическими явлениями на границе расплава и теплоносителя. Периодический рост и схлопывание паровых пузырей, разница в скоростях капли и расплава приводят к силам, вызывающим дробление капель. Образующиеся ударные волны при взаимодействии с каплями расплава также приводят к дроблению капель.

Силовые элементы главного циркуляционного контура АЭС работают в тяжелых условиях: высокий уровень температур и давлений; значительные термические напряжения, обусловленные большими тепловыми нагрузками и градиентами температуры; высокие скорости теплоносителя, способствующие появлению вибраций; ионизирующее излучение. Поэтому во время эксплуатации серьёзное внимание обращается на поддержание заданного безопасного теплогидравлического режима. На АЭС имеются надежные системы контроля всех основных режимных параметров и состояния оборудования. Тем не менее, даже маловероятные отказы отдельных элементов оборудования или отказы в системах контроля и регулирования, или просто случайное сочетание неблагоприятных отклонений режимных параметров от нормальных условий эксплуатации могут привести к аварийным ситуациям.

Безопасность АЭС базируется на комплексе мероприятий, направленных на профилактику причин аварийных ситуаций и совершенствования средств защиты. Один из главных вопросов оценки парового взрыва — знание того, как быстро отводится тепло от расплавленной частицы. Исследованию этого вопроса посвящен комплекс научных исследований, в частности механизмам фрагментации теплоносителя, эволюции паровых образований.

*Взрыв расширяющихся паров вскипающей жидкости* — тип взрыва сосуда с жидкостью, находящейся под давлением. Такой взрыв обозначается акронимом BLEVE — от англ. Boiling liquid expanding vapour explosion.

Взрыв данного типа происходит при разрушении сосуда, содержащего жидкость, нагретую выше температуры кипения при атмосферном давлении (перегретую жидкость). Взрыв происходит по следующей схеме:

1. Газовая фаза начинает выходить в атмосферу. Давление в сосуде резко падает.
2. Падение давления переводит жидкость в перегретое состояние. Происходит объёмное вскипание жидкости, увеличивается её объём, выделяется большое количества газа. Давление резко возрастает, порождая ударные волны.
3. Под действием кипения и потока газа из сосуда также выносятся частицы жидкости, создавая аэрозольное облако. В дальнейшем, происходит его перемешивание с окружающим воздухом. Если вещество является горючим, может произойти его возгорание с образованием огненного шара, в определённых условиях возможен также объёмный взрыв.

В процессе кипения теплота перегрева расходуется на парообразование. При отсутствии подвода теплоты это приведет к охлаждению жидкости до температуры кипения, снижению интенсивности и, в конечном счёте, к прекращению кипения.

Наиболее опасны взрывы этого типа при пожарах рядом с сосудами, содержащими сжиженные газы, такие как бутан, пропан, СПГ (сжиженный

природный газ). В этом случае действует несколько факторов, направленных на взрыв:

- Сжиженный газ уже при комнатной температуре находится в перегретом состоянии, его нагрев только повышает степень перегрева и вызывает рост давления в сосуде.
- Слой газа над жидкостью снижает теплоотвод от стенки и способствует её большему нагреву и снижению прочности.
- Облако, вышедшее из сосуда, может быть сразу подожжено огнём или нагретыми предметами.

Для предотвращения опасности взрыва, сосуды обычно оснащаются предохранительными клапанами, которые позволяют постепенно стравливать давление в сосуде, сохраняя контроль над кипением жидкости, до того, как корпус разрушится из-за избыточного давления.

*Объёмные взрывы* вместе с [взрывами конденсированных взрывчатых веществ](#) относятся к классу *химических взрывов*. Объёмные взрывы бывают двух типов — взрыв облака пыли и взрыв парового (газового) облака.

Классификация многих пожаровзрывоопасных объектов определяется принятым на практике категорированием помещений.

*Взрывы пыли* (пылевоздушных смесей — аэрозолей) представляют одну из основных опасностей химических производств и происходят в ограниченных пространствах (в помещениях зданий, внутри различного оборудования, в горных выработках шахт). Возможны взрывы пыли в мукомольном производстве, на зерновых элеваторах (мучная пыль) при её взаимодействии с красителями, серой, сахаром с другими порошкообразными пищевыми продуктами, а также при производстве пластмасс, лекарственных препаратов, на установках дробления топлива (угольной пыли), в текстильном производстве.

Взрыву больших объемов пылевоздушных смесей, как правило, предшествуют небольшие местные хлопки и локальные взрывы внутри шахт, оборудования и аппаратуры. При этом возникают слабые ударные волны,

создающие турбулентные потоки и поднимающие в воздух большие массы пыли, накопившиеся на поверхности пола, стен и оборудования.

Аварии с взрывами чаще всего происходят на тех предприятиях, где в больших количествах применяются углеводородные газы (метан, этан, пропан). Взрываются котлы в котельных, газовая аппаратура, продукция и полуфабрикаты химических заводов, пары бензина и других компонентов, мука на мельницах, пыль на элеваторах, сахарная пудра на сахарных заводах, древесная пыль на деревообрабатывающих предприятиях. Возможны взрывы в жилых помещениях, когда люди забывают выключить бытовой газ.

Утечка взрывоопасных веществ – постоянный источник опасности для больших городов. Образование свищей на магистральных трубах и соединение метана (или другого газа) с кислородом зачастую ведут к взрыву. Скопление газа при его утечке обычно приводит к самым серьезным аварийным ситуациям в коммунально-энергетическом хозяйстве.

*Пожары и взрывы на предприятиях угледобывающей и нефтегазодобывающей промышленности*

Одной из основных проблем угольной промышленности России является постоянное ухудшение состояния шахтного фонда, рост издержек производства и опасности проведения горных работ. В стране действуют 268 шахт, из них больше половины эксплуатируется свыше 40 лет. Почти половина шахт не реконструировалась. Изношенность оборудования, машин и основных фондов составляет 70 % и более. Подъемные и вентиляционные установки, обеспечивающие жизнедеятельность шахт, устарели и требуют замены. На большинстве угольных предприятий отсутствуют эффективные средства борьбы с пылью. Концентрация угольно-породной пыли при бурении, погрузке и транспортировании угля превышает предельно допустимую концентрацию до 80 раз, а во многих случаях – до 100–150 раз.

подавляющая часть аварий в подземных условиях происходит при взрывах угольной пыли и газа на шахтах и рудниках. Такие взрывы обычно сопровождаются пожарами, обрушениями и поражениями людей.

Взрывы уносят жизни людей в угледобыче и при поверхностной разработке угольных месторождений.

#### *Герметичность систем находящихся под давлением*

Такие системы являются источниками повышенной опасности. К ним относят: трубопроводы, паровые и водогрейные котлы, сосуды, цистерны, бочки, баллоны, компрессорные установки, установки газоснабжения. Одной из основных требований, предъявляемых к системам под давлением, является их герметичность.

Герметичность - это непроницаемость жидкостями и газами стенок и соединений, ограничивающих внутренние объемы устройств и установок.

#### *Причины возникновения опасности герметичных систем:*

1. внешние механические воздействия;
2. снижение механической прочности;
3. нарушение технологического режима;
4. конструкторские ошибки;
5. изменение состояния герметизированной среды;
6. неисправности в контрольно-измерительных и предохранительных устройствах.

#### *Опасности, возникающие при нарушении герметичности:*

1. получение ожогов под воздействием повышенных или пониженных температур, или из-за агрессивности среды;
2. травматизма, связанного с повышением давления газа в системе;
3. отравление, связанные с применением инертных и токсичных газов.

#### **Контрольные вопросы к теме 11:**

1. Классификация взрывов.
2. Параметры взрывов.
3. Последствия аварий на взрывоопасных предприятиях.
4. Поражающие факторы взрывов.
5. Взрывы пыли.
6. Герметичность систем под давлением.

## 7. Опасности, возникающие при разгерметизации.

## **ТЕМА 12. Законодательная база управления промышленной безопасностью**

**Аннотация:** в данной теме рассматриваются вопросы формирования законодательной базы в области промышленной и экологической безопасности, дается обзор законов и нормативных актов, регламентирующих деятельность опасных производственных объектов.

**Ключевые слова:** особо опасные производственные объекты, промышленная безопасность

### **Методические рекомендации по изучению темы:**

Необходимо изучить лекционный материал с определениями основных понятий. После этого следует ответить на контрольные вопросы.

### **Источники информации:**

1. Инженерная экология и экологический менеджмент: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальностям "Инженерная защита окружающей среды", "Безопасность технологических процессов и производств" / М.В. Буторина, Л.Ф. Дроздова, Н.И. Иванов и др.; под ред. Н.И. Иванова и И.М. Фадиной. Изд. 3-е. Москва: Логос, 2011. с.480-510.
2. Промышленная экология: Учебник / Ф.Ф. Брюхань, М.В. Графкина, Е.Е. Сдобнякова. - М.: Форум, 2011. - 208 с. <http://znanium.com/bookread.php?book=208909>
3. Промышленная экология: Учебное пособие / Б.С. Ксенофонтов, Г.П. Павлихин, Е.Н. Симакова. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013. - 208 с. <http://znanium.com/bookread.php?book=327494>
4. Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие / Ш.А. Халилов, А.Н. Маликов, В.П. Гневиков; Под ред. Ш.А. Халилова. - М.: ИД ФОРУМ: ИНФРА-М, 2012. - 576 с. <http://znanium.com/bookread.php?book=238589>

### **Список сокращений**

МЧС – Министерство по чрезвычайным ситуациям

Госгортехнадзор – государственная инспекция по технологическому надзору

МЗ – Министерство здравоохранения



ОСП - основные санитарные правила

НРБ - нормы радиационной безопасности

АЭС – атомная электростанция

ГОСТ – государственный стандарт

### **Глоссарий:**

**ВОЗДЕЙСТВИЕ** - процессы, отношения, действия, в результате которых меняются природные и социальные системы. Отрицательные воздействия можно рассматривать в качестве синонима опасности. Оценка ожидаемых отрицательных воздействий означает оценку опасности или угрозы.

**ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ** - состояние защищенности жизненно важных интересов личности и общества от аварий и последствий от указанных аварий;

**АВАРИЯ** - разрушение сооружений и (или) технических устройств на опасном производственном объекте, неконтролируемые взрыв и (или) выброс опасных веществ.

**ИНЦИДЕНТ** - отказ или повреждение технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, отклонение от режима технологического процесса, нарушение настоящего Федерального закона, других законов и иных нормативно-правовых актов Российской Федерации, а также нормативных документов, устанавливающих правила ведения работ на опасном производственном объекте.

**ОПАСНОСТЬ** - ситуация в окружающей природной среде, в которой при определенных условиях (случайного или детерминированного характера) возможно возникновение факторов опасности, способных привести к одному или совокупности из следующих нежелательных последствий для человека и окружающей человека среды: отклонение здоровья человека от среднестатистического значения, т. е. заболеванию или даже смерти человека; ухудшению состояния окружающей человека среды, обусловленное нанесением материального или социального ущерба и/или ухудшением качества природной среды.

**ЗАГРЯЗНЕНИЕ** - привнесение в природную или непосредственно в антропогенную среду или возникновение в ней новых, обычно не характерных для этой среды физических, химических или биологических агентов, или превышение в рассматриваемое время естественного среднесуточного уровня (в пределах его крайних колебаний)

**ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРЫ** - привнесение, накопление и преобразование в атмосфере химических веществ (в виде твердых и жидких аэрозолей и газов), физических агентов (например, разного рода излучений) и организмов, не принадлежащих к постоянным частям воздуха или превышающих их фоновую концентрацию в локальном, региональном и глобальном масштабах, и неблагоприятно воздействующих на среду жизни, биоту, здоровье человека и материальные ценности.

**ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ** - антропогенное накопление в почве токсических и вредных веществ и организмов, вызывающих деградацию или деструкцию почвенного покрова, изменение морфологии, состава микрофлоры почв, ухудшение физико-химических и химических свойств почв, снижение плодородия почв, биопродуктивности, технологической, питательной, гигиеническо-санитарной ценности выращиваемых культур и качества других контактирующих с почвами питательных сред.

**ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПРИРОДНЫХ ВОД** - привнесение в воду, накопление и преобразование в ней физических, химических и биологических агентов, неблагоприятно воздействующих на водную биоту, среду жизни, здоровье человека или наносящие урон материальным ценностям.

**ЗАГРЯЗНЯЮЩЕЕ ВОДУ ВЕЩЕСТВО** - вещество в воде, вызывающее нарушения норм качества воды - по ГОСТ 17.1.1.01-77.

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ** - совокупность состояний, процессов и действий, обеспечивающая экологический баланс в окружающей среде и не приводящая к жизненно важным ущербам (или угрозам таких ущербов), наносимым природной среде и человеку.

**БЕЗОПАСНОСТЬ** - высокая вероятность отсутствия вредного эффекта при определенном режиме и условиях воздействия анализируемого химического вещества. На практике соответствует либо отсутствию риска, либо его приемлемым уровням.

**ВРЕДНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЧЕЛОВЕКА** - воздействие факторов среды обитания, создающее угрозу жизни или здоровью человека либо угрозу для жизни и здоровья будущих поколений (ст. 1 Федерального закона "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ).

**ВРЕДНЫЙ ЭФФЕКТ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ** - изменения в морфологии, физиологии, росте, развитии или продолжительности жизни организма, популяции или потомства, проявляющиеся в ухудшении функциональной способности, или способности компенсировать дополнительный стресс, или в повышении чувствительности к воздействиям других факторов среды обитания.

**ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА** - совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов, а также антропогенных объектов. Природная среда - совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов.

**ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ** - правовое регулирование отношений в области установления, применения и исполнения обязательных требований к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, а также в области установления и применения на добровольной основе требований к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнению работ или оказанию услуг и правовое регулирование отношений в области оценки соответствия.

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ** проведения мероприятий, направленных на устранение или снижение риска здоровью - медико-социальная и экономическая оценка последствий, связанных со снижением величины наблюдаемого или

ожидаемого ущерба (вреда), обусловленного негативным воздействием факторов среды обитания.

### **Вопросы для изучения:**

1. Формирование законодательной базы в области промышленной и экологической безопасности.
2. Характеристика объектов, относящихся к особо опасным производственным объектам.
3. Обзор законов и нормативных актов, регламентирующих деятельность опасных производственных объектов.

### ***Законодательно-нормативная база по аспектам промышленно-технической и экологической безопасности***

Нарастающий лавинообразный поток аварий, катастроф больших и малых во всех сферах: в воздухе, на воде, на земле и под землей в шахтах имеет свои причины. Конечно, абсолютно 100% безопасных производств, устройств, технических систем не существует, однако при максимальном стремлении к безопасности вероятность аварий, катастроф, инцидентов становится малой. Основные причины неудовлетворительного состояния с промышленно-технической, экологической безопасностью можно объединить в три блока. Это технический блок, человеческий фактор, законодательная база.

#### ***Законодательная база обеспечения безопасности***

В условиях создания правового государства, ликвидации административно-командной системы, перехода к рыночной экономике складывающиеся общественные и производственные отношения должны подвергаться законодательному регулированию. Должна быть обеспечена надежная социально-правовая база для юридического закрепления системы норм и принципов обеспечения промышленно-технической, экологической безопасности. Изменение экономической системы в стране привело к тому, что очень многие сферы деятельности, которые раньше находились исключительно в ведении государства, ныне перешли в негосударственный сектор.

Возникли разные формы собственности, формы управления производством, а также малым и средним бизнесом. Происходящие изменения потребовали необходимости урегулирования вопросов прав гражданина, общества и государства. Все это потребовало отражения в законодательных актах, принятых или рассматриваемых Государственной думой, в Указах Президента Российской Федерации.

Одним из определяющих в этой части является федеральный закон "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" (принят Государственной думой 20.06.1997г.), который наряду с постановлением Правительства Российской Федерации от 01. 07.95 г № 675. установил обязательность декларирования безопасности промышленных объектов. Приказами МЧС России и Госгортехнадзора России от 04. 04. 96 г. № 222/59 и от 07. 08. 96.г. № 599/125 утвержден Порядок экспертизы деклараций безопасности промышленных объектов Российской Федерации.

Закон "О промышленной безопасности опасных производственных объектов", пожалуй, впервые в истории нашего государства вводит понятие промышленной безопасности через "состояние защищенности жизненно важных интересов личности и общества от аварий на опасных производственных объектах и последствий указанных аварий". Данный закон определяет правовые, экономические и социальные основы обеспечения безопасной эксплуатации опасных производственных объектов и направлен на предупреждение аварий и обеспечение готовности организаций к локализации последствий аварий. Закон устанавливает основные понятия:

- промышленная безопасность - состояние защищенности жизненно важных интересов личности и общества от аварий и последствий от указанных аварий;
- авария - разрушение сооружений и (или) технических устройств на опасном производственном объекте, неконтролируемые взрыв и (или) выброс опасных веществ.

- инцидент - отказ или повреждение технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, отклонение от режима технологического процесса, нарушение настоящего Федерального закона, других законов и иных нормативно-правовых актов Российской Федерации, а также нормативных документов, устанавливающих правила ведения работ на опасном производственном объекте.

К категории этих объектов закон относит объекты, где получают, используются, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются, уничтожаются:

- воспламеняющиеся вещества;
- окисляющиеся вещества, поддерживающие горение и способствующие воспламенению других веществ;
- горючие вещества - жидкости, газы, пыли, способные самовозгораться, а также возгораться от источника зажигания;
- взрывчатые вещества;
- токсичные вещества, высокотоксичные вещества;
- вещества, представляющие опасность для окружающей природной среды;

К опасным производствам также относятся объекты, где ведутся работы в горных и подземных условиях; получают расплавы черных и цветных металлов, сплавы на основе этих расплавов; используются грузоподъемные механизмы, эскалаторы, канатные дороги, фуникулеры и др.

Закон устанавливает требования, условия, запреты, ограничения, соблюдение которых обеспечивает промышленную безопасность в области защиты:

- населения;
- территорий от чрезвычайных ситуаций;
- санитарно-эпидемиологического благополучия населения;
- охраны окружающей природной среды;
- экологической безопасности;
- охраны труда;
- строительства;

- соответствия государственным стандартам.

Одним из важных разделов рассматриваемого закона является введение обязательного лицензирования в области промышленной безопасности.

Лицензированию подлежат: проектирование, строительство, эксплуатация, расширение, реконструкция, техническое перевооружение, консервация и ликвидация любого опасного объекта, изготовление, монтаж, наладка, обслуживание и ремонт технических устройств на опасном объекте, проведение экспертизы промышленной безопасности, подготовка и переподготовка работников опасного производства.

Технические устройства, применяемые на опасном техническом объекте, подлежат сертификации и экспертизе в установленном порядке. В законе сформулированы требования по локализации и ликвидации последствий аварий, а также порядок проведения расследований причин аварий.

Объект обязан планировать и осуществлять мероприятия в этих направлениях, иметь резервы для этих целей финансовых и материальных ресурсов; создавать системы наблюдения, оповещения, связи и поддержки действий в случае аварии и содержать их в исправном состоянии. Законом введено обязательное страхование ответственности за причинение вреда при эксплуатации опасного производственного объекта, оговорены минимальные размеры страховых сумм.

Устанавливается также обязательность разработки декларации промышленной безопасности опасных производственных объектов. Декларация предполагает всестороннюю оценку риска аварии и связанные с ней угрозы; анализ достаточности мер по предупреждению аварий, по обеспечению готовности организации к эксплуатации опасного производственного объекта в соответствии с требованиями промышленной безопасности, а также к локализации и ликвидации последствий аварий на опасном производственном объекте. Декларация разрабатывается в составе проектной документации на строительство, расширение, реконструкцию, техническое перевооружение, консервацию и ликвидацию опасного производственного объекта.

Руководитель организации, эксплуатирующий опасный производственный объект, несет ответственность за полноту и достоверность сведений, содержащихся в декларации промышленной безопасности, в соответствии с законодательством Российской Федерации. Декларацию промышленной безопасности представляют органам государственной власти, органам местного самоуправления, общественным объединениям и гражданам в порядке, который установлен Правительством Российской Федерации. Технические устройства, применяемые на производстве, опасном объекте, здания, сооружения, документы на строительство, расширение, реконструкцию, техническое перевооружение, консервацию и ликвидацию объекта, иные документы, связанные с эксплуатацией опасного производственного объекта, подлежат экспертизе организациями, имеющими на этот вид деятельности лицензию.

Остановим внимание также на требованиях промышленной безопасности к эксплуатации опасного промышленного объекта, которые являются обязательными в соответствии с рассмотренным законом, к ним относятся:

- наличие лицензии на эксплуатацию объекта;
- обеспечение проведения, подготовки и аттестации работников в области промышленной безопасности;
- иметь нормативные правовые акты и нормативные технические документы, устанавливающие правила ведения работ на опасном объекте;
- обеспечить наличие и работу приборов и систем контроля за производственными процессами, в соответствии с установленными требованиями;
- обеспечить выполнение требований безопасности к хранению опасных веществ;
- вести учет аварий и инцидентов на объекте;
- приостанавливать эксплуатацию опасного производственного объекта самостоятельно или по предписанию федерального органа исполнительной власти, специально уполномоченного в области промышленной безопасности,



его территориальных органов и должностных лиц в случае аварии или инцидента, а также в случае обнаружения вновь открывшихся обстоятельств, влияющих на промышленную безопасность.

- принимать меры по защите жизни и здоровья работников в случае аварии на объекте;
- своевременно информировать в установленном порядке надзорные органы, а также иные органы государственной власти, органы местного самоуправления и население об аварии на опасном производственном объекте.

В законе "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" сформулирован и ряд других требований, регламентирующих процедуру обеспечения безопасности и являющихся обязательными для этих объектов.

Отрадным явлением в нашей стране является за последнее десятилетие выход в свет целого пакета законодательных, нормативно-правовых актов в области промышленной, природоохранной деятельности, направленной на упорядочение функционирования сложных технических, организационных, государственных, общественных, частных и других структур по вопросам обеспечения промышленно-технической, экологической безопасности, охраны жизни, здоровья личности, населения и защиты окружающей природной среды в России.

Поскольку некоторые опасные факторы, например, радиационные, могут иметь трансграничное распространение, выход отдельных законов в этой части имеет особо важное значение.

К пакету законодательных, нормативно-правовых актов, постановлений и решений Правительства по обеспечению экологического, радиационного благополучия населения, предупреждению техногенных опасностей относятся в прямом и косвенном отношении:

- а. Законы
- О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения;
  - Об охране окружающей среды;

- О радиационной безопасности населения;
  - Об использовании атомной энергии;
  - О защите прав потребителей;
  - О праве на информацию;
  - Об информации; информатизации и защите информации.
- b. Постановления Правительства Российской Федерации
- от 5 декабря 1991 г. № 35 "О перечне сведений, которые не могут составлять коммерческую тайну";
  - от 14 марта 1997 г. №306 "О правилах принятия решения о размещении и сооружении ядерных установок, радиационных источников и пунктов хранения".
- c. Распоряжения Правительства Российской Федерации:
- от 15 ноября 1991 г. № 1149р "О создании Государственного регистра мест захоронения радиоактивных отходов";
  - от 22 июля 1992 г. № 505 "О порядке инвентаризации мест и объектов добычи, транспортировки, переработки, использования, сбора, хранения и захоронения радиоактивных веществ и источников ионизирующего излучения на территории Российской Федерации".
- d. Нормы, критерии, рекомендации:
- временные критерии для принятия решений и организации контроля.
- Ограничение облучения населения от природных источников ионизирующего излучения (МЗ РСФСР, 1990 г. );
- основные санитарные правила работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений, ОСП-72/87;
  - нормы радиационной безопасности, НРБ-96;
  - рекомендации по нормализации радиационно-экологической обстановки на объектах нефтегазодобычи, топливно-энергетического комплекса России, декабрь, 1994 г, Министерство топлива и энергетики Российской Федерации.

Об отдельных положениях, упомянутых в законодательно-нормативных актах:

а. В мире рыночных отношений коммерческая тайна - это право хозяйствующего субъекта на защиту своих информационных ресурсов, обеспечение своих экономических интересов. Иначе говоря, это общепризнанная форма защиты от промышленного шпионажа. Любая информация составляет коммерческую тайну, если она имеет действительную или потенциальную ценность, если она неизвестна третьим лицам, когда к ней нет доступа на законном основании, и обладатель информации принимает меры к охране ее конфиденциальности, что и подтверждается ст. 139 Гражданского кодекса Российской Федерации.

Однако, необходимо иметь в виду, что упомянутое Постановление Правительства М 35 от 5 1291 г. определило Перечень сведений, которые не могут составлять коммерческую тайну. К таким сведениям в первую очередь относятся данные о загрязнении окружающей среды, нарушении антимонопольного законодательства, несоблюдение безопасных условий труда, реализации продукции, причиняющей вред здоровью населения, а также других нарушениях законодательства и размерах причиненного при этом ущерба, условиях труда сотрудников.б. Имевшие место в нашей стране крупные катастрофы и аварии предопределили прорыв информации из зоны секретности, выявили накопившиеся организационно-техническое, правовое неблагополучие в вопросах промышленно-технической, экологической безопасности населения, охране природной среды.

Положительным явлением в этом плане является принятие Федерального закона "О праве на информацию". В части касающихся рассматриваемых нами вопросов безопасности Закон устанавливает условия, порядок реализации права на информацию, обязанности государственных органов и местного самоуправления, организаций независимо от форм собственности и организационно-правовой по обеспечению реализации права на информацию. Органы и организации обязаны сообщать для всеобщего сведения информацию, если она может предотвратить угрозу жизни или здоровью

граждан; если требуется пресечь сообщение недостоверной информации; если она имеет или может иметь общественно значимый характер.

К информации, не подлежащей представлению по запросам, относится информация:

- содержащая государственную тайну;
- сведения, составляющие коммерческую, служебную тайну;
- об оперативно розыскной и следственной деятельности;
- о судебном рассмотрении дел, если информация может создать угрозу жизни и здоровью граждан.

с. Федеральный закон "Об информации, информатизации и защите информации" является фундаментальным сводом требований, положений и прав в этой области деятельности. Закон регулирует отношения, возникающие:

- при формировании и использовании информационных ресурсов на основе создания, сбора, обработки, накопления, хранения, поиска, распространения и предоставления потребителю документированной информации;
- при создании и использовании информационных технологий и средств их обеспечения;
- защите информации, прав субъектов, участвующих в информационных процессах и информатизации.

Из указанного Закона следует знать, что запрещается относить к информации с ограниченным доступом, как, например:

- документы, содержащие информацию о чрезвычайных ситуациях, экологическую, метеорологическую, демографическую, санитарно-эпидемиологическую и другую информацию, необходимую для обеспечения функционирования населенных пунктов, производственных объектов безопасности граждан и населения в целом.

d. Из перечисления законодательных актов, приведенного выше, их большая часть относится к вопросам, связанным с использованием ядерных материалов, атомной энергии, с радиационной безопасностью персонала, населения. И это не случайно, так как на протяжении десятилетий в нашей стране эти вопросы

находились "за семью печатями". Правовое неблагополучие в вопросах радиационно-экологической безопасности населения, охране окружающей среды выявила и обострила катастрофа на Чернобыльской АЭС. Это трагическое событие в истории нашего государства явилось толчком к осознанию обществом того, что радиационный фактор проник во многие сферы деятельности и жизнеобеспечения населения и что проблемы управления радиационным благополучием возникают перед самыми разными управленческими структурами, руководящими жилищно-коммунальным хозяйством, землепользованием, стройиндустрией, наукой, промышленностью, медициной, сельским хозяйством, продовольственным комплексом, природной средой, образованием на всех его уровнях.

Для более глубокого понимания вопросов радиационной безопасности для населения приведем некоторые справочные материалы по проблеме. Только в Северо-Западном регионе России более тысячи предприятий, организаций, учреждений используют в той или иной степени ядерные материалы, устройства, сооружения на их основе, хотя в истории ядерного века главная доля радиационных опасностей относится к военной и энергетической областям.

С 1945 по 1996 год в мире было произведено более 2000 испытаний ядерного оружия. В США - 1030, в СССР и России - 715. Во Франции - 210; Англии - 45; Китае - 45. Испытания проводились почти на всех континентах, более чем в 20 местах Земного шара: в Неваде - 935; Нью-Мексико - 3; Миссисипи - 2; Колорадо - 2; на Аляске - 3; в России - 214 (132 - на Новой Земле); Казахстане - 496; на Украине - 2; в Узбекистане - 2; Туркменистане - 1; в Китае - 45; Алжире - 17; Австралии - 12; Индии - 1; на атоллах Муруроа - 175; Энвиевоток - 43; островах Рождества - 30; Бикини - 23; Джонстон - 12; Фангатофа - 12; Молден - 3; в Тихом океане - 4; в Южной Атлантике - 3.

В промышленных целях (для интенсификации добычи нефти, газоконденсата и решения других задач) в СССР в широких масштабах проводились подземные ядерные взрывы. Всего было проведено 115

промышленных подземных ядерных взрывов, в том числе в России - 81, Взрывы проводились для:

- интенсификации добычи нефти - 20;
- газа - 1;
- сооружения подземных емкостей для углеводородного сырья - 36;
- глушения газовых фонтанов на промыслах - 5;
- для глубинного сейсмозондирования земной коры - 39;
- экскавации грунта на трассе канала в связи с реализацией проекта переброски стока северных рек Европейской части России к югу;
- создания плотин - 2;
- водохранилищ - 9; дробления рудных залежей - 3;
- захоронения биологически опасных промстоков - 2;
- предупреждения газовых выбросов в угольной шахте - 1.

Для общей картины состояния ядерных, радиационных проблем в нашей стране остановимся на некоторых информационных материалах. По известным из печати данным Россия располагает 235 кораблями и судами с ядерными энергетическими установками, на которых установлен 301 атомный реактор. В ходе выполнения международного Договора СНВ-2 подлежит списанию более 150 атомных подводных лодок. Утилизируется же в год не более 2 - 3-х.

В соответствии с Законом об охране окружающей среды запрещено топить в море жидкие и твердые радиоактивные отходы, что было до 1992 года. Хранилища для этих целей на Севере (2) и на Дальнем Востоке (2) практически заполнены полностью и захоранивать отработанное топливо пока некуда. Экологическую опасность представляют и затопленные у Новой Земли подводная лодка с 2-мя реакторами с невыгруженным ядерным топливом и еще 6 реакторных отсеков тоже с невыгруженным ядерным топливом из-за аварийного состояния. Там же на дне океана покоится установка ОК-150 ледокола "Ленин", из которой не удалось извлечь 125 облученных тепловыделяющих элементов.

Жидкие радиоактивные отходы СССР сливал и в дальневосточных морях с 1966 по 1991 гг. в 5 районах. Экологическая безопасность была усугублена и аварией на атомной подводной лодке при ее ремонте в бухте Чажма (район Шкотово), а также потери при транспортировке вертолетом вблизи Сахалина радионуклидного источника питания активностью в 357 килоюри. В перспективе предстоит по сроку службы снятие ядерных реакторов на Ленинградской атомной электростанции (с 2003 года), что должно осуществляться по строгим правилам и под наблюдением независимых органов, ответственных за безопасность. Нерешенными остаются вопросы захоронения многочисленных радиоактивных отходов.

Таким образом, по ядерно-радиационным проблемам в России, как видим, предстоит решить много научно-технических, производственных, экономических, организационных и других задач в ближайшем десятилетии, непосредственно затрагивающих промышленно-техническую, экологическую безопасность, интересы безопасности каждого живущего в России конкретно в Северо-Западном ее регионе.

#### 6. Мероприятия по обеспечению безопасности

В рамках рассматриваемых проблем безопасности целесообразно остановиться на ее составляющих.

а) Предостережение от ошибочных действий персонала и самопроизвольных нарушений функционирования объекта.

Защита от ошибочных действий персонала и самопроизвольных нарушений функционирования достигается за счет уменьшения вероятности возникновения аварийных ситуаций и уменьшения их последствий организационными и техническими мерами. Эти меры включают:

- создание системы и критериев по отбору персонала по принципу их компетентности, физиологической готовности и психологической устойчивости;
- создание систем подготовки и переподготовки персонала;

- предотвращение исполнения служебных обязанностей с недостаточным уровнем знаний, в нетрезвом состоянии, больных, а также лиц, имеющих проявления недисциплинированности, могущих привести к аварийным последствиям или происшествиям;
- создание лицам, несущим оперативное дежурство на объекте, а также их семьям, условий для полноценного отдыха;
- исключение возможности несанкционированных изменений в схемах, аппаратуре и алгоритмах, управляющих систем безопасности;
- исключение возможности ошибочных включений органов управления при обслуживании и устранении неисправностей;
- исключение возможности неправильной установки и сочленения разъемных блоков, узлов, деталей, электрических и механических соединений; плановая отработка персоналом действий в аварийных ситуациях; согласование с органами "Гражданской обороны" планов действий по защите населения от возможных аварий на объекте.

б) Предостережение от воздействия на объект внешних факторов.

К таким факторам относятся в основном механические, климатические, термические. Критерии безопасности нормируются для следующих воздействий:

- механический удар;
- аэродинамический удар;
- ударная воздушная волна;
- тепловой удар;
- электрический разряд молнии;
- атмосферные осадки;
- сейсмическое воздействие;
- радиоактивное загрязнение; воздействие химическими агрессивными компонентами;
- кроме того, критерии безопасности от механических воздействий включают в себя;



- допустимые значения вибраций, ГОСТ В 21951-76;
- допустимые значения шума, ГОСТ В 21950-76;
- допустимые значения тяжести физической работы, ГОСТ В 23534-79;
- допустимые значения ускорений, ГОСТ В 29.06.002-83;
- ограждения, предупредительные окраски, средства защиты, ГОСТ 12.2.062-81, ГОСТ 12.4026-76;
- предотвращение виброопасных воздействий, ГОСТ 12.1.012-78, ГОСТ 25980-83;
- ограничение предельно допустимых значений давления струй жидкости и сжатых газов, ГОСТ 122.003-74, а также "Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением";
- наличие ограждений перил, площадок для работы на высоте по исключению падений с высоты человека, инструмента, деталей и т.п.

в) Предостережение от воздействия химических и загрязняющих веществ.

Целью обеспечения указанной безопасности является ограничение воздействия опасных и вредных факторов химических и загрязняющих веществ на персонал, население и окружающую природную среду. Указанная безопасность достигается конструктивными мерами: организационно-техническими мероприятиями;

- подготовкой персонала к безаварийной эксплуатации техники, сооружений, строений и борьбе с авариями, в том числе при аварийных повреждениях от воздействия внешних факторов, а также за счет:
- предотвращения превышения предельно допустимой концентрации химических и загрязняющих веществ в воздухе рабочих зон, ГОСТ В 23186-78, ГОСТ В 23185-78:
- исключения или снижения до допустимых значений токсических, раздражающих, канцерогенных, мутагенных и других показателей вредного воздействия веществ, образовавшихся в процессе работы объекта;
- ограничения образования в процессе работ загрязняющих веществ;

- ограничения образования вторичных опасных соединений, получающихся в присутствии различных факторов в процессе работы объекта;
- удаления или локализация химических и загрязняющих веществ в местах их образования;
- обеспечения разрешенного сброса, транспортировки, хранения, утилизации, обезвреживания или уничтожения химических и загрязняющих веществ.

Концентрация инертных газов в воздухе; воздействие химических веществ (токсическое, раздражающее, канцерогенное, мутагенное); степень запыленности в помещениях; повышенная концентрация вредных веществ в воздухе рабочих зон; уровень химических и загрязняющих веществ в сбросах должны соответствовать ГОСТам (В 20.39.107-89, 12.1.007-76). Мероприятия по обеспечению безопасности от воздействия химических, загрязняющих веществ включают в себя:

- применение современных средств управления (замкнутый цикл, автоматизация, механизация, дистанционное управление, автоматический контроль процессов и операций), исключающих контакт человека с химическими и загрязняющими веществами;
- ограничение содержания примесей вредных веществ в системах и устройствах;
- контроль за содержанием химических и загрязняющих веществ в воздухе, ГОСТ 12.1.005-88:
- разработка типового расписания персонала, инструкций по обслуживанию технических устройств;
- применение средств дезактивации;
- применение средств индивидуальной защиты персонала;
- разработка медицинских противопоказаний для работы с конкретными химическими веществами, инструкций по оказанию доврачебной и неотложной медицинской помощи пострадавшим при отравлениях;

- выбор соответствующего оборудования и коммуникаций, не допускающих выделения химических и загрязняющих веществ в воздухе рабочих зон и окружающей среде в количествах, превышающих предельно допустимые концентрации при нормальной эксплуатации объекта, а также при погрузке, выгрузке, канализации, вентиляции;
- применение специальных систем по улавливанию и утилизации газов, вредных веществ и очистку от них эксплуатационных выбросов, нейтрализация отходов, сточных вод.

#### д) Взрывопожаробезопасность.

Задача обеспечения взрывопожаробезопасности заключается в предупреждении или ограничении воздействия на оборудование объекта, персонал, население и окружающую среду опасных и вредных факторов, вызванных взрывами и пожарами.

Взрывобезопасность объекта обеспечивается:

- исключением возникновения источников инициирования загорания и взрывов;
- исключения возможности образования взрыво- и пожароопасных концентраций сред;
- применением минимально необходимых пожароопасных средств на объекте;
- создание на объекте противопожарной, противовзрывной защиты в соответствии с требованиями ГОСТ 12,1.004-85, ГОСТ 12.1.010-84.

Противопожарная и противовзрывная защита состоит из:

- пассивной противопожарной защиты;
- активной противопожарной защиты. Пассивная защита включает:
- меры по предотвращению загораний, пожаров, взрывов;
- меры по ограничению распространения пламени, дыма из аварийного помещения, а также предотвращения тяги и газового обмена со смежными помещениями и сооружениями;

- меры по обеспечению путей эвакуации персонала из аварийного помещения.

Активная противопожарная защита включает:

- средства контроля предпожарных ситуаций и пожарную сигнализацию;
- стационарные средства и системы пожаротушения.

Пассивная защита обеспечивается:

- компоновкой помещений и сооружений объекта;
- конструктивными мероприятиями;
- соответствующим размещением оборудования;
- газонепроницаемостью взрыво- и пожароопасных помещений, применением огнестойких материалов, конструкций, отделочных материалов, лакокрасочных покрытий;
- применением на объекте электрооборудования, соответствующего защищенного исполнения. Активная противопожарная безопасность должна обеспечиваться:

- техническими средствами и системами обнаружения пожара и автоматической сигнализацией о его возникновении;
- техническими средствами и системами его локализации и ликвидации пожаров а любой стадии их развития, в том числе вызванных внешними воздействиями.

### **Контрольные вопросы к теме 12:**

1. Область применения закона «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».
2. Декларация о промышленной безопасности.
3. Законы, регулирующие деятельность в области экологического и эпидемиологическом благополучии населения.

### **ТЕМА 13. Чрезвычайные ситуации природного происхождения**

**Аннотация:** в данном разделе рассматриваются характеристика, классификация и особенности ЧС природного происхождения.

#### **Глоссарий:**

**БУРЯ** - разновидность ураганов и штормов. Ураганы и бури различаются по скорости ветра, которая при урагане достигает 32 м/с и более, а при буре 15 - 20 м/с. Убытки от урагана больше, чем от бури.

**ВУЛКАНИЗМ** -совокупность явлений, связанных с перемещением магмы в земной коре и на ее поверхности.

**ЗЕМЛЕТРЯСЁНИЯ** — подземные толчки и колебания поверхности Земли, вызванные естественными причинами (главным образом тектоническими процессами), или искусственными процессами (взрывы, заполнение водохранилищ, обрушение подземных полостей горных выработок).

**ЛАВИНА** — масса снега, падающая или соскальзывающая со склонов гор.

**МАГНИТУДА ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ** - условная величина, характеризующая общую энергию упругих колебаний, вызванных землетрясениями или взрывами; пропорциональна логарифму энергии землетрясений; позволяет сравнивать источники колебаний по их энергии). Шкала Рихтера — сейсмическая шкала магнитуд, основанная на оценке энергии сейсмических волн, возникающих при землетрясениях. По шкале Рихтера, магнитуда самых сильных землетрясений не превышает 9.

**НАВОДНЁНИЕ** — затопление территории водой, являющееся стихийным бедствием

**ОПОЛЗЕНЬ** — отделившаяся масса рыхлых пород, медленно и постепенно или скачками оползающая по наклонной плоскости отрыва, сохраняя при этом часто свою связанность, монолитность и не опрокидывая при этом свой грунт.

**ПАВОДОК** — фаза водного режима реки, которая может многократно повторяться в различные сезоны года, характеризуется интенсивным обычно

кратковременным увеличением расходов и уровней воды и вызывается дождями или снеготаянием во время оттепелей.

**СЕЛЬ**— «бурный поток» — поток с очень большой концентрацией минеральных частиц, камней и обломков горных пород (до 50—60% объёма потока), внезапно возникающий в бассейнах небольших горных рек и вызываемый, как правило, ливневыми осадками или бурным таянием снегов.

**СМЕРЧ** (или торнадо) — атмосферный вихрь, возникающий в кучево-дождевом (грозовом) облаке и распространяющийся вниз, часто до самой поверхности земли, в виде облачного рукава или хобота диаметром в десятки и сотни метров

**СТИХИЙНОЕ БЕДСТВО** — это результат взаимодействия негативных факторов опасного природного явления с антропосферой, трудно или вовсе не предсказуемый, сопровождающийся ущербом для людей, объектов экономики, общества, государства.

**УРАГАН** - это чрезвычайно быстрое и сильное, нередко большой разрушительной силы и значительной продолжительности движение воздуха

**ЦИКЛОН** — атмосферный вихрь огромного (от сотен до нескольких тысяч километров) диаметра с пониженным давлением воздуха в центре.

### **Методические рекомендации по изучению темы:**

Необходимо изучить лекционный материал с определениями основных понятий. После этого следует ответить на контрольные вопросы.

### **Источники информации:**

1. Промышленная экология: Учебник / Ф.Ф. Брюхань, М.В. Графкина, Е.Е. Сдобнякова. - М.: Форум, 2011. - 208 с.  
<http://znanium.com/bookread.php?book=208909>

3. Промышленная экология: Учебное пособие / Б.С. Ксенофонов, Г.П. Павлихин, Е.Н. Симакова. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013. - 208 с.  
<http://znanium.com/bookread.php?book=327494>

4. Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие / Ш.А. Халилов, А.Н. Маликов, В.П. Гневанов; Под ред. Ш.А. Халилова. - М.: ИД ФОРУМ: ИНФРА-М, 2012. - 576 с. <http://znanium.com/bookread.php?book=238589>

### **Общая характеристика ЧС природного происхождения**

Опасные явления, происходящие в природе, техносфере и обществе, сопровождаются формированием негативных факторов, воздействующих при некоторых условиях на людей, объекты экономики, общество, государство и приводящих к ущербу. Этот ущерб в зависимости от его величины может квалифицироваться как происшествие либо ЧС соответственно природного, техногенного и социального характера.

Экономические ущербы в мире от ЧС составляют 150 млрд долл. в год, в том числе в США — 50, Китае — 19. Потери экономики России от ЧС составляют порядка 0,5 % ВВП, а с учетом косвенных ущербов — 3 %. В 2002 г. было зарегистрировано свыше 700 тыс. аварий, природных явлений и инцидентов, в которых погибло свыше 50 тыс. чел. (в том числе произошло около 260 тыс. пожаров, в которых погибло около 20 тыс. чел.). Из общего количества аварий, природных явлений и инцидентов 1139 были классифицированы как ЧС, в которых погибли 2151 человек.

Основными элементами, входящими в систему оценки риска ЧС, являются: источник опасности, опасное явление, негативные (вредные, поражающие, неблагоприятные) факторы, объект воздействия, ущерб.

Реализация опасностей происходит в форме опасных процессов и явлений (соответственно природных, техногенных и социальных), приводящих соответственно к природным, техногенным и биолого-социальным ЧС. Различают также природно-техногенные катастрофы — инициированные опасными природными явлениями катастрофы с объектами техносферы; техноприродные процессы и явления — интенсифицированные техногенными воздействиями опасные природные процессы и явления; социотехногенные явления — инициированные действиями человека (ошибки и

несанкционированные действия персонала потенциально опасных объектов, технологический терроризм, вооруженные конфликты), катастрофы в технике.

Опасные явления являются иницилирующими событиями для природных (стихийные бедствия) и техногенных (происшествия, аварии и катастрофы) чрезвычайных ситуаций.

Стихийное бедствие — это результат взаимодействия негативных факторов опасного природного явления с антропосферой, трудно или вовсе не предсказуемый, сопровождающийся ущербом для людей, объектов экономики, общества, государства. Ущерб имеет место в сфере интересов человека, где он ведет ту или иную хозяйственную деятельность (или будущих интересов). Например, реальный ущерб от лесных пожаров имеет место в зоне деятельности лесозаготовительных предприятий. По мере роста населения и развития хозяйства частота опасных природных явлений практически не изменяется, а частота стихийных бедствий и ущерб от них (т.е. риск ЧС) растут.

Чрезвычайные ситуации природного характера угрожают обитателям нашей планеты с начала цивилизации. Размер ущерба зависит от интенсивности природных катастроф, уровня развития общества и условий жизнедеятельности.

ЧС природного происхождения в последние годы имеют тенденцию к росту. Активизируются действия вулканов (Камчатка), учащаются случаи землетрясений (Камчатка, Сахалин, Курилы, Забайкалье, Северный Кавказ), возрастает их разрушительная сила. Почти регулярными становятся наводнения, нередко оползни вдоль рек и в горных районах. Гололед, снежные заносы, бури, ураганы и смерчи стали почти привычным явлением.

Следует заметить, что человечество уже не так беспомощно; ряд катастроф можно предсказать, а некоторым успешно противостоять. Однако любые действия против природных процессов требуют глубоких знаний причин их возникновения и характера проявления.



ЧС природного характера подразделяются на: геологические, метеорологические, гидрологические, природные пожары, биологические и космические.

Все природные ЧС подчиняются следующим общим закономерностям:

- Для каждого вида ЧС характерна определенная пространственная привязка.
- Чем больше интенсивность (мощность) опасного природного явления, тем реже оно случается.
- Каждому ЧС природного характера предшествуют некоторые специфические признаки (предвестники).
- При всей неожиданности природной ЧС ее появление может быть предсказано.
- Во многих случаях могут быть предусмотрены пассивные и активные защитные мероприятия от природных опасностей.

Говоря о природных ЧС, следует подчеркнуть роль антропогенного влияния на их проявление. Нарушение равновесия в природной среде в результате деятельности человека приводит к усилению воздействий природных ЧС. Природа как бы мстит человеку за грубое вторжение в ее владения. Это обстоятельство следует иметь в виду при осуществлении хозяйственной деятельности. Соблюдение природного равновесия является важнейшим профилактическим фактором, учет которого позволит сократить число природных ЧС.

Воздействию природной катастрофы может быть подвергнута любая часть земной поверхности. Между всеми ЧС природного характера существует взаимная связь. Наиболее тесная зависимость между землетрясениями и цунами. Тропические циклоны почти всегда вызывают наводнения. Кроме того, к природным катастрофам добавляются и другие воздействия, связанные с деятельностью человека. Землетрясения вызывают пожары, взрывы, прорывы плотин. Вулканические извержения – отравления пастбищ, гибель скота, голод.

Паводок приводит к загрязнению почвенных вод, отравлению колодцев, инфекциям, массовым заболеваниям.

Планируя защитные меры против природных катастроф, необходимо максимально ограничить вторичные последствия и путем соответствующей подготовки постараться их полностью исключить. Предпосылкой успешной защиты от природных ЧС является изучение их причин и механизмов. Зная физическую сущность процесса, можно его предсказать. А своевременный и точный прогноз опасных явлений – важнейшее условие эффективной защиты.

Защита от природных опасностей может быть активной (строительство инженерно-технических сооружений, интервенция в механизм явления, мобилизация естественных ресурсов, реконструкция природных объектов и др.) и пассивной (использование укрытий). В большинстве случаев активные и пассивные методы сочетаются.

#### *ЧС геологического характера.*

К стихийным бедствиям, связанным с геологическими природными явлениями, относятся землетрясения, извержения вулканов, оползни, сели, снежные лавины, обвалы, осадки земной поверхности в результате карстовых явлений.

*Землетрясения* – это подземные толчки и колебания земной поверхности, возникающие в результате внезапных смещений и разрывов в земной коре или верхней части мантии и передающиеся на большие расстояния в виде упругих колебаний. Природа землетрясений до конца не раскрыта. Землетрясения происходят в виде толчков. Количество толчков и промежутки между ними могут быть различными.

*Очаг землетрясения* – это некоторый объем в толще Земли, в пределах которого происходит высвобождение энергии. Центр очага – условная точка, именуемая гипоцентром или фокусом. Проекция гипоцентра на поверхность Земли называется эпицентром. Вблизи эпицентра происходят наибольшие разрушения – это так называемая плейстосейстовая область.

В 1935 году профессор Калифорнийского технологического института Ч. Рихтер предложил оценивать энергию землетрясений магнитудой (от лат. *magnitudo* – величина).

**МАГНИТУДА ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ** - условная величина, характеризующая общую энергию упругих колебаний, вызванных землетрясениями или взрывами; пропорциональна логарифму энергии землетрясений; позволяет сравнивать источники колебаний по их энергии). Шкала Рихтера – сейсмическая шкала магнитуд, основанная на оценке энергии сейсмических волн, возникающих при землетрясениях. По шкале Рихтера, магнитуда самых сильных землетрясений не превышает 9.

Землетрясения случаются на земной поверхности неравномерно. Анализ сейсмических и географических данных позволяет определить те области, где следует ожидать землетрясения в будущем и оценить их интенсивность. В этом состоит сущность сейсмического районирования. Карта сейсмического районирования – это официальный документ, которым должны руководствоваться проектирующие и планирующие хозяйственную деятельность организации.

В районах, подверженных землетрясениям, осуществляется сейсмостойкое или антисейсмическое строительство. Это означает, что при проектировании и строительстве учитываются возможные воздействия сейсмических сил на здания и сооружения. Требования к объектам, возводимым в сейсмических районах, установлены в строительных нормах и правилах (СНиП II-A.12-69) и других документах. По принятой в РФ 12 балльной шкале, опасными для зданий и сооружений считают землетрясения с интенсивностью в 7 баллов и более. Строительство в районах с сейсмичностью, превышающей 9 баллов, неэкономично.

Обеспечение полной сохранности зданий во время землетрясений обычно требует больших затрат на антисейсмические мероприятия, а в некоторых случаях практически неосуществимо. Учитывая, что сильные землетрясения происходят редко, нормы допускают возможность повреждения элементов, не

представляющих угрозы для жизни людей. Удаленность от очагов – лучшее средство при решении вопросов безопасности при землетрясениях. Если строительство все-таки приходится вести в сейсмоопасных районах, то необходимо руководствоваться требованиями соответствующих правил и норм, сводящихся в основном к усилению конструкции зданий и сооружений.

Эффективность действий в условиях землетрясений зависит от уровня организации аварийно-спасательных работ, обученности населения и эффективности системы оповещения.

Вулканическая деятельность возникает в результате постоянных активных процессов, происходящих в глубинах Земли. Совокупность явлений, связанных с перемещением магмы в земной коре и на ее поверхности, называется ВУЛКАНИЗМОМ.

Магма, достигая земной поверхности, извергается в виде лавы. Лава отличается от магмы отсутствием газов, улетающих при извержении.

Обычно вулканы – это отдельные горы, сложенные из продуктов извержений. Магматические очаги находятся в мантии на глубине 50...70 км или в глубине земной коры.

Продукты извержения вулканов (газообразные, жидкие и твердые) выбрасываются на высоту 1...5 км и переносятся на большие расстояния. Концентрация вулканического пепла бывает настолько большой, что возникает темнота, подобная ночной. Объем излившейся лавы достигает десятков кубических километров.

Существует взаимосвязь вулканической деятельности и землетрясений. Сейсмические толчки, как правило, означают начало извержения. При этом опасность представляют лавовые фонтаны, потоки горячей лавы, раскаленные газы. Взрывы вулканов могут инициировать оползни, лавины, обвалы, а в океане – цунами.

Профилактические мероприятия состоят в изменении характера землепользования, строительстве дамб, отводящих потоки лавы, в

бомбардировке лавового потока для перемешивания лавы с землей и превращения ее в менее жидкую массу и др.

ОПОЛЗНИ возникают при нарушении устойчивости склона. Сила связанности грунтов или горных пород оказывается в какой-то момент меньше силы тяжести, и вся масса приходит в движение. Оползни не являются катастрофическими процессами, при которых гибнут люди, но ущерб, наносимый ими народному хозяйству, значителен: разрушаются жилища, повреждаются коммуникации, электрические сети и др.

Оползни могут быть вызваны различными факторами:

- обводненность грунта;
- изменение вида насаждений;
- уничтожение растительного покрова;
- выветривание;
- сотрясения.

При сильных землетрясениях всегда возникают оползни. По скорости смещения склоновые процессы делятся на медленные, средние и быстрые. Только быстрые оползни могут стать причиной настоящих катастроф с сотнями жертв.

По механизму оползневого процесса выделяют сдвиг, выдавливание, гидравлический вынос.

По глубине залегания поверхностного скольжения различают оползни поверхностные – до 1 м, мелкие – до 5 м, глубокие – до 20 м, очень глубокие – свыше 20 м.

По мощности, вовлекаемой в процесс массы горных пород, оползни подразделяют на малые – до 10 тыс. м<sup>3</sup>, средние – от 11 до 100 тыс. м<sup>3</sup>, крупные – от 101 до 1000 тыс. м<sup>3</sup>, очень крупные – свыше 1000 тыс. м<sup>3</sup>.

ЛАВИНЫ образуются на склонах крутизной 15° и более. Оптимальные условия для образования лавин на склонах крутизной 30...40°. При крутизне более 50° снег осыпается к подножию склона, и лавины не успевают сформироваться.

Одной из побудительных причин лавины может быть землетрясение. Снежные лавины распространены в горных районах. По характеру движения лавины делятся на склоновые, лотковые и прыгающие. Опасность лавины заключается в большой кинетической энергии лавинной массы обладающей огромной разрушительной силой

Сход лавины начинается при слое свежавыпавшего снега в 30 см, а старого – более 70 см. Скорость схода лавины может достигать 100 м/с, а в среднем 20...30 м/с. Точный прогноз времени схода лавин невозможен.

Противолавинные профилактические мероприятия подразделяются на пассивные и активные.

Пассивные способы состоят в использовании опорных сооружений, дамб, лавинорезов, надолбов, снегоудерживающих щитов, посадках и восстановлении леса.

Активные методы заключаются в искусственном провоцировании схода лавины в заранее выбранное время и при соблюдении мер безопасности. С этой целью обстреливают головные части потенциальных срывов лавины снарядами или минами, организуют взрывы направленного действия, используют сильные источники звука.

СЕЛИ могут быть вызваны обильными снегопадами с последующим интенсивным таянием снега, ливнями, землетрясениями, извержениями вулканов.

Основная опасность – огромная кинетическая энергия грязеводных потоков, скорость движения которых может достигать 15 км/ч.

По мощности селевые потоки делят на группы: мощные (вынос более 100 тыс. м<sup>3</sup> селевой массы), средней мощности (от 10 до 100 тыс. м<sup>3</sup>), слабой мощности (менее 10 тыс. м<sup>3</sup>). Селевые потоки происходят внезапно, быстро нарастают и продолжаются обычно от 1 до 3 ч, иногда 6...8 ч. Сели прогнозируют по результатам наблюдений за прошлые годы и метеорологическим прогнозам.

К профилактическим противоселевым мероприятиям можно отнести гидротехнические сооружения (селезадерживающие, селенаправляющие и др.), спуск талой воды, закрепление растительного слоя на горных склонах, лесопосадочные работы, регулирование рубки леса и др. В селеопасных районах создают автоматические системы оповещения о селевой угрозе и разрабатывают соответствующие планы мероприятий.

#### *ЧС метеорологического характера.*

ЧС метеорологического характера могут быть вызваны следующими причинами:

ветром, в том числе бурей, ураганом, смерчем (при скорости 25 м/с и более, для арктических и дальневосточных морей – 30 м/с и более);

сильным дождем (при количестве осадков 50 мм и более в течение 12 ч и более, а в горных, селевых и ливнеопасных районах – 30 мм и более за 12 ч);

крупным градом (при диаметре градин 20 мм и более);

сильным снегопадом (при количестве осадков 20 мм и более за 12 ч);

сильными метелями (скорость ветра 15 м/с и более);

пыльными бурями;

заморозками (при понижении температуры воздуха в вегетационный период на поверхности почвы ниже 0°C);

сильными морозами или сильной жарой.

Эти природные явления, кроме смерчей, града и шквалов, приводят к стихийным бедствиям, как правило, в трех случаях: когда они происходят на 1/3 территории области (края, республики), охватывают несколько административных районов и продолжаются не менее 6 ч. Атмосфера Земли неоднородна как по составу, так и по температуре. Температурная неравномерность способствует общей циркуляции атмосферы, которая влияет на погоду и климат Земли. Движение воздуха относительно Земли называют ветром. Сила ветра оценивается по шкале Бофорта (от 0 до 12 баллов).

Движение воздуха в атмосфере связано с наличием циклонов и антициклонов и всегда направлено из области повышенного давления в область

пониженного давления. Циклон в поперечнике достигает нескольких тысяч километров. В Северном полушарии ветры в циклоне дуют против часовой стрелки, а в Южном – по часовой.

Наибольшей скоростью движения воздушных масс характеризуется УРАГАН (12 баллов по шкале Бофорта). Тропические ураганы, зарождающиеся над Тихим океаном, принято называть тайфунами.

Размеры ураганов различны. Обычно за ширину урагана принимают ширину зоны катастрофических разрушений. Часто к этой зоне прибавляют территорию ветров штормовой силы со сравнительно небольшими разрушениями. Тогда ширина урагана измеряется сотнями километров, достигая иногда 1000 км. Для тайфунов полоса разрушений обычно составляет 15...45 км. Средняя продолжительность урагана 9...12 дней.

Ураганы являются одной из самых мощных сил стихии и по своему пагубному воздействию не уступают таким страшным стихийным бедствиям, как землетрясения. Это объясняется тем, что ураганы несут в себе колоссальную энергию. Количество энергии, выделяемой средним по мощности ураганом в течение 1 ч, равно энергии ядерного взрыва в 36 гигатонн. Часто ураганы сопровождаются сильными ливнями, которые являются причиной селевых потоков и оползней.

БУРИ различают вихревые и потоковые. Вихревые бури представляют собой сложные вихревые образования, обусловленные циклонической деятельностью и распространяющиеся на большие площади. Потоковые бури – это местные явления небольшого распространения. Они своеобразны, резко обособлены и уступают вихревым бурям.

Вихревые бури бывают пыльные и снежные. В России снежные бури часто называют пургой, бураном, метелью.

Пыльные бури – это атмосферные возмущения, при которых в воздух вздымается большое количество пыли, перенесенной на значительные расстояния. Пыльные бури вызывают удушье, от них в значительной степени страдает техника, они могут разносить опасных паразитов. Пыльным бурям



подвержены в основном зоны пустынь. Как правило, пыльные бури проходят при неустойчивой погоде, при прохождении атмосферных фронтов.

Шквальные бури возникают, как правило, внезапно, а по времени они непродолжительны (несколько минут). Например, в течение 10 минут скорость ветра может возрасти с 3 до 31 м/с.

Потоковые бури подразделяются на стоковые и струевые. При стоковых поток воздуха движется по склону сверху вниз. Струевые характерны тем, что поток воздуха движется горизонтально или вверх по склону. Проходят они чаще всего между цепями гор, соединяющих долины.

СМЕРЧ возникает обычно в теплом секторе циклона и движется вместе с циклоном со скоростью 10...20 м/с. Смерч проходит путь длиной от 1 до 60 км. В верхней части смерч имеет воронкообразное расширение, сливающееся с облаками. Когда смерч опускается до земной поверхности, нижняя часть его иногда расширяется и напоминает опрокинутую воронку.

Высота смерча может достигать 800...1500 м. Воздух в смерче вращается и одновременно поднимается по спирали вверх, втягивая пыль или воду. Скорость вращения может достигать 330 м/с. В связи с тем, что внутри вихря давление уменьшается, происходит конденсация водяного пара. Пыль и вода делают смерч видимым. Диаметр смерча над морем измеряется десятками метров, над сушей – сотнями метров.

Смерч сопровождается грозой, дождем, градом и, если достигает поверхности земли, почти всегда производит большие разрушения, всасывает воду и предметы, встречающиеся на его пути, поднимает их высоко вверх и переносит на большие расстояния. На море смерч представляет серьезную опасность для судов.

Крайне сложно прогнозировать место и время появления смерча, поэтому большей частью они возникают для людей внезапно и предсказать их последствия тем более невозможно.

*ЧС гидрологического характера.*

ЧС гидрологического характера происходят в результате:

- высокого уровня воды – наводнения, при котором происходит затопление пониженных частей населенных пунктов, посевов сельскохозяйственных культур, повреждение промышленных и транспортных объектов;
- низкого уровня воды, когда нарушается судоходство, водоснабжение населенных пунктов и объектов народного хозяйства;
- селей, угрожающих населенным пунктам и различным сооружениям;
- снежных лавин;
- раннего ледостава и появления льда на судоходных водоемах.

К этой группе ЧС можно отнести и морские гидрологические явления – цунами, сильные волнения на морях и океанах, напор льдов и айсберги.

**НАВОДНЕНИЯ.** Различают такие понятия, как половодье, паводок и наводнение.

Наводнение – наиболее распространенная природная опасность. Наводнение на реке происходит от резкого возрастания количества воды вследствие таяния снега или ледников, расположенных в ее бассейне, а также в результате выпадения обильных осадков. Наводнения нередко происходят в результате загромождения русла льдом при ледоходе (затор) или закупоривания русла внутренним льдом под неподвижным ледяным покровом и образования ледяной пробки (зажор). Наводнения могут возникать под действием ветров, нагоняющих воду с моря и вызывающих повышение уровня за счет задержки в устье приносимой рекой воды. Эти наводнения называют нагонными.

На морских побережьях и островах наводнения могут происходить в результате затопления волной, образующейся при землетрясениях, извержениях вулканов, цунами. Наводнения угрожают  $\frac{3}{4}$  земной суши. Специалисты считают, что людям грозит опасность, когда слой воды достигает 1 м, а скорость потока превышает 1 м/с. Подъем воды на 3 м уже приводит к разрушению домов.

Наводнения на реках по высоте подъема воды, площади затопления и величине ущерба подразделяют на низкие (малые), высокие (средние),

выдающиеся (большие) и катастрофические. Периодичность наводнений различна в различных регионах. Низкие наводнения повторяются через 5...10 лет, высокие – через 20...25 лет, выдающиеся – через 50...100 лет, а катастрофические не чаще одного раза в 100...200 лет. Продолжительность наводнений от нескольких дней до нескольких месяцев.

**ЦУНАМИ.** Основной район, где проявляются цунами, - побережье Тихого океана и Атлантический океан (80% случаев), реже Средиземное море. Цунами очень быстро достигают берега. Расстояние между соседними гребнями волн во время цунами находится в диапазоне 5...1500 км. Высота волн в области их возникновения составляет 0,1...5 м, у побережья – до 10 м, а в клинообразных бухтах и долинах рек – свыше 50 м. В глубь суши цунами могут распространяться до 3 км. Обладая большой энергией, цунами производят большие разрушения и представляют угрозу для людей. Известно более 1000 случаев цунами, причем примерно 100 из них с катастрофическими последствиями.

Надежной защиты от цунами нет. Однако частично защищают волнорезы, молы, насыпи, лесные полосы, гавани. Для судов в открытом море цунами не опасно.

Большое значение для защиты населения от цунами имеют службы предупреждения о приближении волн, основанные на опережающей регистрации землетрясений береговыми сейсмографами.

#### *Природные пожары.*

В это понятие входят лесные пожары, пожары степных и хлебных массивов, торфяные и подземные пожары горючих ископаемых. Мы остановимся только на лесных пожарах как наиболее распространенном явлении, приносящем колоссальные убытки и порой приводящем к человеческим жертвам.

Лесные пожары при сухой погоде и ветре охватывают значительные пространства. При жаркой погоде, если дождей не бывает в течение 15...18

дней, лес становится настолько сухим, что любое неосторожное обращение с огнем вызывает пожар, быстро распространяющийся по лесной территории.

От грозových разрядов и самовозгорания торфяной крошки происходит ничтожно малое количество возгораний. В 90...97% случаев виновниками возникновения пожара оказываются люди, не проявляющие должной осторожности при пользовании огнем в местах работы и отдыха.

Лесные пожары классифицируются по характеру возгорания, скорости распространения и размеру площади, охваченной огнем.

В зависимости от характера возгорания и состава леса пожары подразделяются на низовые, верховые, почвенные. Почти все пожары в начале развития носят характер низовых и, если создаются определенные условия, переходят в верховые или почвенные.

Важнейшими характеристиками являются скорость распространения низовых и верховых пожаров, глубина прогорания подземных. Поэтому они делятся на слабые, средние и сильные. По скорости распространения огня низовые и верховые подразделяются на устойчивые и беглые. Скорость распространения слабого низового пожара не превышает 1 м/мин, среднего – от 1 до 3, сильного – свыше 3 м/мин. Слабый верховой пожар имеет скорость до 3 м/мин, средний – до 100, сильный – свыше 100 м/мин. Слабым подземным (почвенным) считается такой пожар, у которого глубина прогорания не превышает 25 см, средним – от 25 до 50, сильным – более 50 см.

Интенсивность горения зависит от состояния запаса горючих материалов, уклона местности, времени суток и особенно силы ветра. Поэтому при одном и том же пожаре скорость распространения огня на лесной территории может сильно меняться.

Беглые низовые пожары характеризуются быстрым продвижением кромки огня, когда горят сухая трава и опавшая листва. Они чаще происходят весной и преимущественно в травянистых лесах, обычно не повреждают взрослые деревья, но часто создают угрозу возникновения верхового пожара. При устойчивых низовых пожарах кромка продвигается медленно, образуется

много дыма, что указывает на гетерогенный характер горения. Они типичны для второй половины лета.

Большой ущерб наносят верховые пожары, когда горят кроны деревьев верхнего яруса. Они случаются как в первой, так и во второй половине лета.

Подземные пожары являются следствием низовых или верховых. После сгорания верхнего надпочвенного покрова огонь углубляется в торфянистый горизонт. Их принято называть торфяными.

Средняя продолжительность крупных лесных пожаров колеблется от 10 до 15 суток, выгоревшая площадь в среднем составляет 450...500 га при периметре от 8 до 16 км.

### *Космические ЧС*

Космос – один из элементов, влияющих на земную жизнь. Одной из опасностей, угрожающих человеку из космоса, являются астероиды. Поэтому многие страны проводят работы по проблемам астероидной опасности и техногенному засорению космического пространства, направленные на прогнозирование и предотвращение столкновений космических объектов с Землей.

Основное средство борьбы с астероидами и кометами, сближающимися с Землей, - это ракетно-ядерная технология. В зависимости от размеров опасных космических объектов (ОКО) и используемых для их обнаружения средств располагаемое время для организации противодействия может меняться от нескольких суток до нескольких лет. С учетом операций на обнаружение, уточнение траектории и характеристик ОКО, а так же запуск и подлетное время средств перехвата требуемая дальность обнаружения ОКО должна составлять 150 млн км от Земли.

Предполагается разработать систему планетарной защиты от астероидов и комет, которая основана на двух принципах защиты, а именно изменение траектории ОКО или разрушение его на несколько частей. Поэтому на первом этапе разработки системы защиты Земли от метеоритной и астероидной опасности предполагается создать службу наблюдения за их движением с

таким расчетом, чтобы обнаруживать объекты размером около 1 км за год-два до его подлета к Земле. На втором этапе необходимо рассчитать его траекторию и проанализировать возможность столкновения с Землей. Если вероятность велика, то необходимо принимать решение по уничтожению или изменению траектории движения этого небесного тела. Для этой цели можно использовать межконтинентальные баллистические ракеты с ядерной боеголовкой. Современный уровень космических технологий позволяет создать такие системы перехвата.

После того как совершилась научно-техническая революция, мы стали ограничивать свое знание об окружающем мире, разделяя его на отдельные узкие фрагменты и полагая, что взаимосвязи между ними не столь важны. Между тем экологический подход обязывает нас исходить из целого, из понимания того, как взаимодействуют между собой отдельные части природы, обретая тенденцию к равновесию и устойчивости во времени.

### **Контрольные вопросы к теме 13:**

1. Классификация ЧС природного характера.
2. Общие закономерности природных ЧС.
3. ЧС геологического характера.
4. ЧС метеорологического характера.
5. ЧС гидрологического характера.
6. Природные пожары.
7. Космические ЧС.

## Контрольные задания

### Тесты для проверки остаточных знаний по курсу

1. **Понятие «риск»** - это (правильный ответ):

- А. вероятность наступления смертельного случая на производстве;
- Б. вероятность возникновения экологической аварии;
- В. Возникновение серьезной аварии на производстве;
- Г. Вероятность возникновения опасного события в течение определенного времени

2. **При оценке рисков различных видов деятельности используют показатель «частота событий со смертельным исходом (FAR)», если он равен 8, то это означает, что** (правильный ответ):

- А. из 1000 человек, работающих на предприятии на протяжении всей своей трудовой деятельности, 8 могут погибнуть в результате аварии на производстве;
- Б. из 1 млн. человек работающих в отрасли 8 человек ежегодно погибают от аварии на производстве;
- В. В течение 10 лет из 1000 человек, работающих на предприятии, 8 могут погибнуть в результате аварии на производстве.

3. **Индивидуальный риск** - это (правильный ответ):

- А. частота возникновения смертельного случая от определенной опасности;
- Б. количество смертельных случаев от определенных видов опасностей на 1 млн. человек населения;
- В. Частота поражения отдельного индивидуума в результате воздействия определенных видов опасностей.

4. **Приемлемый уровень риска** (неправильный ответ)

- А. риск, уровень которого допустим и обоснован исходя из экономических и социальных соображений;
- Б. риск эксплуатируемого промышленного объекта является приемлемым, если выгода от эксплуатации объекта для общества выше приносимого ущерба;
- В. Приемлемый уровень риска тем выше, чем более экономически развита страна.

**5. Установление предельно допустимого уровня риска осуществляется через (неправильный ответ)**

- А. установление такого низкого уровня риска, который технически достижим для данного общества (ALAPA);
- Б. установление такого низкого уровня риска, насколько это возможно в данной социально-экономической системе за счет имеющихся ограниченных ресурсов (ALARP);
- В. Величину смертности в данной стране;
- Г. Установление риска смерти в определенном интервале лет.

**6. Российское законодательство в области промышленной безопасности опасных производственных объектов включает (правильный ответ):**

- А. Федеральный закон о промышленной безопасности опасных производственных объектов;
- Б. Закон «Об использовании атомной энергии»;
- В. Закон «О радиационной безопасности населения».

**7. Критерии отнесения промышленных объектов к категории опасных производственных объектов (неправильный ответ)**

- А. объекты, на которых используются, перерабатываются, хранятся и т.д. опасные вещества;
- Б. объекты, на которых используется оборудование, работающее под давлением, стационарно установленные грузоподъемные механизмы;



- В. Объекты, где получают расплавы черных и цветных металлов;
- Г. Объекты, на которых используются, перерабатываются, хранятся и т.д. радиоактивные вещества.

**8. Государственное управление в области промышленной безопасности осуществляется через (правильный ответ):**

- А. Лицензирование деятельности;
- Б. Платежи за эксплуатацию технических систем повышенной опасности;
- В. Систему административной и уголовной ответственности за нарушение правил эксплуатации опасных технологий.

**9. Декларация безопасности промышленного объекта должна включать следующие сведения (неправильный ответ):**

- А. Основные характеристики технологических процессов;
- Б. Перечень мероприятий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций;
- В. Перечень мероприятий по предупреждению и ликвидации экологических последствий чрезвычайных ситуаций;
- Г. Сведения о природно-климатических особенностях района размещения объекта.

**10. Классификация ЧС по (неправильный ответ)**

- А. природе возникновения;
- Б. скорости развития;
- В. масштабам распространения последствий;
- Г. Масштабам задействования сил ГО.

**11. Основные задачи единой государственной системы предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций (РСЧС) (неправильный ответ)**

- А. Разработка проектов законов в области защиты населения от ЧС;
- Б. Обеспечение готовности органов управления для предупреждения и ликвидации ЧС;
- В. Материальная компенсация населению, пострадавшему от ЧС;
- Г. Осуществление мероприятий по социальной защите населения, пострадавшего от ЧС.

**12.Перманентные газы (криогенные жидкости) (правильный ответ):**

- А. вещества, у которых температура критическая ниже температуры окружающей среды;
- Б. вещества, у которых температура критическая выше, а точка кипения ниже температуры окружающей среды;
- В. вещества, у которых температура критическая и точка кипения выше температуры окружающей среды.

**13.Наибольшую опасность представляет нарушение герметичности сосуда хранения жидкостей 1 и 2 категории (правильный ответ):**

- А. выше уровня жидкости;
- Б. ниже уровня жидкости;
- В. отказ предохранительного клапана.

**14.Взрыв- это (правильный ответ):**

- А. Внезапное высвобождение энергии, сопровождающееся быстрым увеличением давления в ограниченном пространстве;
- Б. Внезапное высвобождение энергии, сопровождающееся изменением состояния вещества;
- В. Сильный и шумный хлопок, связанный с нагнетанием и сбросом давления.

**15.Основным поражающим фактором при взрыве является (правильный ответ):**

- А. Тепловая энергия;
- Б. Ударная волна;
- В. Звуковая волна.

**16.Классификация взрывов (неправильный ответ):**

- А. Физические
- Б. Атомные
- В. Химические

**17.Иницирующим фактором при взрыве на угольных рудниках является (правильный ответ):**

- А. Слабый взрыв метана;
- Б. Большое скопление угольной пыли;
- В. Турбулентное движение пыли.

**18.К легко воспламеняющимся жидкостям относятся (правильный ответ):**

- А. Жидкости, имеющие при окружающей температуре незначительное давление паров;
- Б. Жидкости с высокой температурой вспышки;
- В. Жидкости, имеющие при окружающей температуре большое давление паров.

**19.Взрыв расширяющихся паров вскипающей жидкости происходит при (правильный ответ):**

- А. Разгерметизации сосуда под давлением;
- Б. Нахождении сосуда под давлением в зоне пожара;
- В. Разлитии воспламеняющегося вещества.

**20.Условие возникновения огненного шторма (правильный ответ):**

- А. Низкие скорости ветра у поверхности земли;
- Б. Большие скорости ветра у поверхности земли;

В. Атомный взрыв.

**21. Опасность разлития жидкого кислорода заключена (правильный ответ):**

А. В переохлаждении контактирующей поверхности;

Б. В снижении температуры воспламенения веществ;

В. Химическое окисление веществ.

**22. Количественная оценка пороговой токсодозы при ингаляционном пути поступления (правильный ответ):**

А. мг/мин м<sup>3</sup>;

Б. мг/кг;

В. мг/м<sup>3</sup>

**23. Физические характеристики токсичных веществ (неправильный ответ):**

А. Способность к рассеиванию;

Б. Стойкость;

В. Гидрофильность.

**24. Для веществ с канцерогенным механизмом действия (правильный ответ):**

А. Имеется порог действия, ниже которого не наблюдается вредного воздействия;

Б. С увеличением дозы вероятность канцерогенного эффекта возрастает;

В. При превышении нижнего порога действия канцерогенный эффект возрастает.

**25. «Защита стажем» для уменьшения риска возникновения профессиональных заболеваний проявляется (правильный ответ):**

А. В уменьшении времени вредного воздействия;

Б. В уменьшении дозы воздействия;

В. В уменьшении людей, контактирующих с вредными производственными факторами.

## ВОПРОСЫ К СЕМИНАРСКИМ ЗАНЯТИЯМ

1. Охарактеризуйте понятие «техносфера».
2. Что понимается под опасными и вредными производственными факторами?
3. Назовите принципы, методы и средства обеспечения промышленной и экологической безопасности.
4. На чём основывается реализация целей и задач политики промышленной и экологической безопасности?
5. Что представляет собой современная теоретическая база промышленной и экологической безопасности?
6. Подходы к вычислению оценки индивидуального риска.
7. Меры риска (индексы риска, индивидуальный риск, коллективный риск).
8. Методы анализа риска и опасности.
9. Алгоритм расчета риска для здоровья населения при выбросе токсикантов.
10. Что представляет собой процедура декларирования безопасности промышленных объектов?
11. Назовите опасные основные производственные факторы.
12. На чём базируются средства защиты атмосферного воздуха? Назовите основные способы очистки воздуха.
13. На чём основаны сорбционные методы очистки воздуха?
14. Как классифицируются вредные вещества по степени опасности и по характеру воздействия на организм человека?
15. Какую опасность представляют аэрозоли фиброгенного действия?
16. Как связано здоровье населения с состоянием ОПС?
17. Назовите способы очистки воздуха. Приведите примеры.
18. Назовите лимитирующие показатели загрязняющих веществ в воде.
19. Какие способы очистки воды Вы знаете?
20. С помощью каких параметров характеризуется работа аэротенка.
21. Приведите примеры использования отходов производства в качестве вторичных ресурсов.
22. Склад готовой продукции, боящейся воды. Какую систему автоматического пожаротушения Вы порекомендуете для защиты этого помещения?
23. Чем тушить пожар, где размещены ЭВМ?
24. Дайте определение понятия «чрезвычайная ситуация» (ЧС).
25. Какова взаимосвязь понятий «опасность», «риск», «чрезвычайная ситуация»? Как оценивают риск ЧС?
26. Как классифицируются ЧС?
27. Что представляет собой декларирование промышленной безопасности производственных объектов?
28. Назовите нормативы в области международной экологической безопасности.
29. Проблемы установления «приемлемого» риска.
30. Пути снижения аварийного риска.
31. Какие принципы государственного управления системой промышленной безопасности вам известны?

32. Назовите содержание декларации промышленной безопасности.
33. Назовите составляющие компоненты промышленной безопасности.
34. Перечислите основные требования федерального закона "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" от 21.07.1997 г. № 116-ФЗ, которые направлены на предупреждение аварий на опасных производственных объектах и обеспечение готовности организаций, эксплуатирующих опасные производственные объекты, к локализации и ликвидации последствий аварийных ситуаций.
35. Какие объекты подлежат обязательной экспертизе промышленной безопасности?
36. Какие обязательные аспекты промышленной безопасности содержит декларация промышленной безопасности?
37. Какова классификация взрывов?
38. Что такое ТНТ-эквивалент?
39. Какие факторы влияют на степень поражения людей при взрывах?
40. Как измеряется токсичность вещества?
41. При каких условиях возникают «огненные штормы»?
42. В чем опасность возникновения огневого шара?
43. Каковы этапы возникновения горения?
44. Перечислите виды горения?
45. Каковы особенности взрыва в закрытом помещении?
46. Что такое перманентные газы?
47. Каковы условия хранения и транспортировки веществ под давлением?
48. Какие объекты и виды деятельности подлежат обязательному страхованию?
49. В чем особенности ЧС космического происхождения?
50. Виды ЧС природного происхождения: особенности и основные характеристики?
51. Государственные органы в области предупреждения и ликвидации последствий ЧС.

### **Вопросы к экзамену**

#### **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

По курсу «Техногенные системы и экологический риск»

1. Концепция устойчивого развития человечества и экологической безопасности
2. Характеристика способов очистки сточных вод от масла и нефтепродуктов.

#### **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2**

По курсу «Техногенные системы и экологический риск»

1. Оценка экологического риска как основа оценки техногенного воздействия на окружающую природную среду.
2. Чрезвычайные ситуации метеорологического, гидрологического характера.

### **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3**

По курсу «Техногенные системы и экологический риск»

1. Понятие риска, его виды, количественная оценка. Оценка риска видов деятельности FAR методом.
2. ЧС геологического характера.

### **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4**

По курсу «Техногенные системы и экологический риск»

1. Индивидуальный, популяционный, социальный риск. Характеристика риска с помощью F/N кривой.
2. Характеристика чрезвычайных ситуаций природного происхождения.

### **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5**

По курсу «Техногенные системы и экологический риск»

1. Анализ производственного риска методами дерева событий (дерева отказов).
2. Критерии отнесения предприятий к категории опасных промышленных объектов. Декларация о промышленной безопасности.

### **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 6**

По курсу «Техногенные системы и экологический риск»

1. Анализ производственного риска: аналитические и статистические методы.
2. Законодательная база управления промышленной и экологической безопасностью в РФ.

### **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 7**

По курсу «Техногенные системы и экологический риск»

1. Основные этапы оценки экологического риска воздействия факторов окружающей среды на здоровье человека.
2. Характеристика физических взрывов. Герметичные системы, находящиеся под давлением. Способы хранения и транспортировки веществ, находящихся под давлением.

### **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 8**

По курсу «Техногенные системы и экологический риск»

1. Характеристика химических взрывов. Взрывы пыли.
2. Оценка риска воздействия канцерогенных, неканцерогенных веществ.

### **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 9**

По курсу «Техногенные системы и экологический риск»

1. Оценка риска воздействия производственных факторов.
2. Взрывы: классификация, характеристика, параметры. Опасные факторы взрывов.

### **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 10**

По курсу «Техногенные системы и экологический риск»

1. Оценка риска воздействия ионизирующего излучения.
2. Способы тушения пожара.

### **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 11**

По курсу «Техногенные системы и экологический риск»

1. Классификация негативных факторов.
2. Меры противопожарной защиты.

### **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 12**

По курсу «Техногенные системы и экологический риск»

1. Мера оценки негативных факторов, наиболее типичные источники опасных и вредных производственных факторов.
2. Показатели пожаро- и взрывоопасности веществ. Опасные факторы пожара.

### **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 13**

По курсу «Техногенные системы и экологический риск»

1. Классификация, свойства, характеристика химических негативных факторов (вредных веществ).
2. Виды пожаров: огневой шар, огненный шторм, анаэробные пожары, пожары разлива.

### **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 14**

По курсу «Техногенные системы и экологический риск»



1. Показатели токсичности. Эффекты при одновременном присутствии нескольких негативных факторов в техносфере.
2. Опасный фактор комплексного характера - пожар. Типы горения, этапы процесса возникновения горения.

### **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 15**

По курсу «Техногенные системы и экологический риск»

1. Гигиеническое нормирование вредных веществ.
2. Характеристика способа утилизации отходов на мусоросжигающих заводах.

### **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 16**

По курсу «Техногенные системы и экологический риск»

1. Защита человека от загрязнения воздушной среды. Виды систем вентиляции. Расчет кратности воздухообмена в помещении.
2. Устройство полигонов для захоронения твердых бытовых отходов.

### **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 17**

По курсу «Техногенные системы и экологический риск»

1. «Сухие» способы очистки загрязненного воздуха от пыли.
3. Характеристика этапа рециклинга при утилизации отходов.

### **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 18**

По курсу «Техногенные системы и экологический риск»

1. «Мокрые» способы очистки воздуха от пыли.
2. Политика управления отходами, характеристика основных этапов.

### **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 19**

По курсу «Техногенные системы и экологический риск»

1. Характеристика метода абсорбции для удаления вредных газов из отходящего загрязненного воздуха.
2. Комплекс биологических очистных сооружений с использованием аэротенков.

### **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 20**

По курсу «Техногенные системы и экологический риск»

1. Характеристика метода хемосорбции для удаления вредных газов из отходящего загрязненного воздуха.

2. Биологические методы очистки загрязненной воды. Преимущества и недостатки биофильтров.

### **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 21**

По курсу «Техногенные системы и экологический риск»

1. Характеристика метода адсорбции для удаления вредных газов из отходящего загрязненного воздуха.
2. Очистка воды от растворимых примесей.

### **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 22**

По курсу «Техногенные системы и экологический риск»

1. Характеристика метода термического дожигания для защиты атмосферного воздуха от вредных газов.
2. Способы очистки сточных вод от тяжелых металлов.

### **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 23**

По курсу «Техногенные системы и экологический риск»

1. Характеристика метода каталитической нейтрализации для защиты атмосферного воздуха от вредных газов.
2. Физико-химические методы очистки загрязненной воды

### **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 24**

По курсу «Техногенные системы и экологический риск»

1. Механические способы очистки загрязненной воды.
2. Природные пожары.

### **ВОПРОСЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ**

1. Охарактеризуйте понятие «техносфера».
2. Опасные и вредные производственные факторы.
3. Принципы, методы и средства обеспечения промышленной и экологической безопасности.
4. Основа для реализации целей и задач политики промышленной и экологической безопасности.
5. Что представляет собой современная теоретическая база промышленной и экологической безопасности?
6. Подходы к вычислению оценки индивидуального риска.
7. Меры риска (индексы риска, индивидуальный риск, коллективный риск).

8. Методы анализа риска и опасности.
9. Алгоритм расчета риска для здоровья населения при выбросе токсикантов.
10. Что представляет собой процедура декларирования безопасности промышленных объектов?
11. Назовите опасные основные производственные факторы.
12. На чём базируются средства защиты атмосферного воздуха? Назовите основные способы очистки воздуха.
13. На чём основаны сорбционные методы очистки воздуха?
14. Как классифицируются вредные вещества по степени опасности и по характеру воздействия на организм человека?
15. Какую опасность представляют аэрозоли фиброгенного действия?
16. Как связано здоровье населения с состоянием ОПС?
17. Назовите способы очистки воздуха. Приведите примеры.
18. Назовите лимитирующие показатели загрязняющих веществ в воде.
19. Какие способы очистки воды Вы знаете?
20. С помощью каких параметров характеризуется работа аэротенка.
21. Приведите примеры использования отходов производства в качестве вторичных ресурсов.
22. Склад готовой продукции, боящейся воды. Какую систему автоматического пожаротушения Вы порекомендуете для защиты этого помещения?
23. Чем тушить пожар, где размещены ЭВМ?
24. Дайте определение понятия «чрезвычайная ситуация» (ЧС).
25. Какова взаимосвязь понятий «опасность», «риск», «чрезвычайная ситуация»? Как оценивают риск ЧС?
26. Как классифицируются ЧС?
27. Что представляет собой декларирование промышленной безопасности производственных объектов?
28. Назовите нормативы в области международной экологической безопасности.
29. Проблемы установления «приемлемого» риска.
30. Пути снижения аварийного риска.
31. Какие принципы государственного управления системой промышленной безопасности вам известны?
32. Назовите содержание декларации промышленной безопасности.
33. Назовите составляющие компоненты промышленной безопасности.
34. Перечислите основные требования федерального закона "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" от 21.07.1997 г. № 116 ФЗ, которые направлены на предупреждение аварий на опасных производственных объектах и обеспечение готовности организаций, эксплуатирующих опасные производственные объекты, к локализации и ликвидации последствий аварийных ситуаций.
35. Какие объекты подлежат обязательной экспертизе промышленной безопасности?
36. Какие обязательные аспекты промышленной безопасности содержит декларация промышленной безопасности?

37. Какова классификация взрывов?
38. Что такое ТНТ-эквивалент?
39. Какие факторы влияют на степень поражения людей при взрывах?
40. Как измеряется токсичность вещества?
41. При каких условиях возникают «огненные штормы»?
42. В чем опасность возникновения огневого шара?
43. Каковы этапы возникновения горения?
44. Перечислите виды горения?
45. Каковы особенности взрыва в закрытом помещении?
46. Что такое перманентные газы?
47. Каковы условия хранения и транспортировки веществ под давлением?
48. Какие объекты и виды деятельности подлежат обязательному страхованию?
49. В чем особенности ЧС космического происхождения?
50. Виды ЧС природного происхождения: особенности и основные характеристики?
51. Государственные органы в области предупреждения и ликвидации последствий ЧС.

### **Общий глоссарий**

**АБСОРБЦИЯ** — процесс избирательного поглощения компонентов газовой смеси жидким поглотителем (абсорбентом).

**АВАРИЙНАЯ СИТУАЦИЯ** - состояние технической системы, объекта, характеризующееся нарушением пределов и (или) условий безопасной эксплуатации и не перешедшее в аварию.

**АВАРИЯ** - опасное происшествие в технической системе, на промышленном объекте или на транспорте, создающее угрозу жизни и здоровью людей и приводящее к разрушению производственных помещений, сооружений, серьезному повреждению или уничтожению оборудования, механизмов, транспортных средств, сырья и готовой продукции, к нарушению производственного процесса и нанесению ущерба окружающей природной среде.

**АВАРИЯ** - разрушение сооружений и (или) технических устройств на опасном производственном объекте, неконтролируемые взрыв и (или) выброс опасных веществ.

**АВАРИЯ ЗАПРОЕКТНАЯ** - авария, вызванная не учитываемыми для проектных аварий исходными событиями или сопровождающаяся дополнительными по сравнению с проектными авариями отказами систем безопасности, исключая единичный отказ, реализацией ошибочных решений персонала, которые могут привести к тяжелым последствиям.

**АВАРИЯ ПРОЕКТНАЯ** - авария, для которой проектом определены исходные события и конечные состояния и предусмотрены системы безопасности, обеспечивающие, с учетом принципа единичного отказа систем безопасности или с учетом одной, независимой от исходного события ошибки персонала, ограничение ее последствий установленными для таких аварий пределами.

**АДСОРБЦИЯ** — увеличение концентрации растворенного вещества у поверхности раздела двух фаз вследствие некомпенсированности сил межмолекулярного взаимодействия на разделе фаз. Адсорбция является частным случаем сорбции, процесс, обратный адсорбции - десорбция.

**АКТИВНЫЙ ИЛ** – это хлопья ила, состоящие из растений и колоний микроорганизмов и бактерии, которые и перерабатывают вредные органические вещества, содержащиеся в стоках. Бактерии, живущие на иле - аэробные, т.е. очищают стоки при доступе кислорода. При описании работы аэротенков часто используются выражения «нагрузка на ил» - это количество загрязнений, которые предстоит очистить илу и «окислительная способность ила» - количество загрязнений, которое было переработано илом, она зависит от дозы ила (в граммах по сухому веществу) в 1л. Доза ила в аэротенках разных систем и конструкций может составлять от 1 до 20 г/л.

**АНАЛИЗ БЕЗОПАСНОСТИ** - анализ и расчет опасностей, связанных с осуществлением предполагаемой деятельности.

**АНАЛИЗ БЕЗОПАСНОСТИ** - анализ и расчет опасностей, связанных с осуществлением предполагаемой деятельности.

**АНАЛИЗ ОПАСНОСТЕЙ** - выявление нежелательных событий, влекущих за собой реализацию опасности, анализ механизмов возникновения подобных

ситуаций и, как правило, оценка масштаба, величины и вероятности любого события, способного оказать поражающее действие.

**АНАЛИЗ РИСКА** - процесс выявления (идентификации) и оценки опасностей для отдельных лиц, групп населения, объектов, окружающей природной среды и других объектов рассмотрения.

**АЭРОТЕНК** — чаще всего резервуар прямоугольного сечения, по которому протекает сточная вода, смешанная с активным илом, где происходит биохимическая очистка сточной воды. Воздух, вводимый с помощью пневматических или механических аэраторов — аэрационной системы, перемешивает обрабатываемую сточную воду с активным илом и насыщает её кислородом, необходимым для жизнедеятельности бактерий.

**БЕЗОПАСНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ** - соблюдение установленных проектом минимальных условий по количеству, характеристикам, состоянию работоспособности и регламенту технического обслуживания систем или элементов (важных для безопасности), при которых обеспечивается соблюдение пределов безопасной эксплуатации и (или) критериев безопасности.

**БЕЗОПАСНОСТЬ** - состояние защищенности человека, общества окружающей среды от чрезмерной опасности; свойство реальных процессов и систем, содержащих источники угрозы и их возможные жертвы, сохранять состояние с приемлемой возможностью причиненного ущерба от происшествий; состояние объектов и систем в условиях приемлемого риска; свойство системы "человек - среда обитания" сохранять условия взаимодействия с минимальной возможностью возникновения ущерба людским, природным и материальным ресурсам.

**БИОСФЕРА** — область распространения жизни на Земле, включающая - нижний слой атмосферы, гидросферу и верхний слой литосферы, не испытывавших техногенного воздействия.

**БИОФИЛЬТР** - сооружение биологической очистки, в котором активная биомасса закреплена на неподвижном материале, а сточная вода скользит по материалу загрузки.

**БУРЯ** - разновидность ураганов и штормов. Ураганы и бури различаются по скорости ветра, которая при урагане достигает 32 м/с и более, а при буре 15 - 20 м/с. Убытки от урагана больше, чем от бури.

**ВЕНТИЛЯТОР** представляет собой механическое устройство, предназначенное для перемещения воздуха по воздуховодам системы вентиляции.

**ВЕНТИЛЯЦИЯ**— процесс удаления отработанного воздуха из помещения и замена его наружным.

**ВЕРХНИЙ КОНЦЕНТРАЦИОННЫЙ ПРЕДЕЛ ВОСПЛАМЕНЕНИЯ** - максимальная концентрация горючих газов и паров, при которой еще возможно распространение пламени, называется.

**ВЗРЫВ** – быстрое химическое превращение вещества. Сопровождающееся выделением энергии и образование сжатых газов, способных производить механическую работу.

**ВЗРЫВОЗАЩИТА** — меры, которые обеспечивают безопасность оборудования для работы во взрывоопасных средах, процессов его производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации, а также утилизации.

**ВОЗДЕЙСТВИЕ\*** - процессы, отношения, действия, в результате которых меняются природные и социальные системы. Отрицательные воздействия можно рассматривать в качестве синонима опасности. Оценка ожидаемых отрицательных воздействий означает оценку опасности или угрозы.

**ВРЕДНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЧЕЛОВЕКА** - воздействие факторов среды обитания, создающее угрозу жизни или здоровью человека либо угрозу для жизни и здоровья будущих поколений (ст. 1 Федерального закона "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ).

**ВРЕДНЫЙ ФАКТОР** – это воздействие на человека, которое в определённых условиях приводит к заболеванию, снижению работоспособности (аномальные метеоусловия, шум, вибрация, вредные газы и др.).

**ВРЕДНЫЙ ЭФФЕКТ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ** - изменения в морфологии, физиологии, росте, развитии или продолжительности жизни организма, популяции или потомства, проявляющиеся в ухудшении функциональной способности, или способности компенсировать дополнительный стресс, или в повышении чувствительности к воздействиям других факторов среды обитания.

**ВУЛКАНИЗМ** -совокупность явлений, связанных с перемещением магмы в земной коре и на ее поверхности.

**Герметичность** - это непроницаемость жидкостями и газами стенок и соединений, ограничивающих внутренние объемы устройств и установок.

**ГОРЕНИЕ** – это окислительный процесс, возникающий при контакте горючего вещества, окислителя и источника зажигания.

**ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ** - способ существования или повседневная деятельность человека.

**ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРЫ\*** - привнесение, накопление и преобразование в атмосфере химических веществ (в виде твердых и жидких аэрозолей и газов), физических агентов (например, разного рода излучений) и организмов, не принадлежащих к постоянным частям воздуха или превышающих их фоновую концентрацию в локальном, региональном и глобальном масштабах, и неблагоприятно воздействующих на среду жизни, биоту, здоровье человека и материальные ценности.

**ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ\***- антропогенное накопление в почве токсических и вредных веществ и организмов, вызывающих деградацию или деструкцию почвенного покрова, изменение морфологии, состава микрофлоры почв, ухудшение физико-химических и химических свойств почв, снижение плодородия почв, биопродуктивности, технологической, питательной,



гигиеническо-санитарной ценности выращиваемых культур и качества других контактирующих с почвами питательных сред.

**ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПРИРОДНЫХ ВОД\*** - привнесение в воду, накопление и преобразование в ней физических, химических и биологических агентов, неблагоприятно воздействующих на водную биоту, среду жизни, здоровье человека или наносящие урон материальным ценностям.

**ЗАГРЯЗНЕНИЕ\*** - привнесение в природную или непосредственно в антропогенную среду или возникновение в ней новых, обычно не характерных для этой среды физических, химических или биологических агентов, или превышение в рассматриваемое время естественного среднесуточного уровня (в пределах его крайних колебаний)

**ЗАГРЯЗНЯЮЩЕЕ ВОДУ ВЕЩЕСТВО** - вещество в воде, вызывающее нарушения норм качества воды - по ГОСТ 17.1.1.01-77.

**ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ** — подземные толчки и колебания поверхности Земли, вызванные естественными причинами (главным образом тектоническими процессами), или искусственными процессами (взрывы, заполнение водохранилищ, обрушение подземных полостей горных выработок).

**ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОПАСНОСТИ** - процесс выявления и признания, что опасность существует, и определения ее характеристик.

**ИНЦИДЕНТ** - отказ или повреждение технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, отклонение от режима технологического процесса, нарушение законодательных и иных нормативных правовых актов Российской Федерации, а также нормативных технических документов, устанавливающих правила ведения работ на опасном производственном объекте.

**ИОНООБМЕННЫЙ МЕТОД ОЧИСТКИ** состоит в том, что сточные воды поступают на катионитовые и анионитовые фильтры, загруженные соответствующими смолами, где происходит обмен ионами с задержкой нежелательных ионов.

**КАНЦЕРОГЕН**— химические вещества, физическое излучение или онкогенные вирусы, воздействие которых на организм человека или животного повышает вероятность возникновения злокачественных новообразований (опухолей).

**КАТАСТРОФА** - крупная авария, повлекшая за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей и разрушения или уничтожение объектов и других материальных ценностей в значительных размерах, а также приведшая к серьезному ущербу окружающей среде.

**КОАГУЛЯЦИЯ** (лат. *coagulatio* — свёртывание, сгущение, укрупнение) — объединение мелких диспергированных частиц в бóльшие по размеру агрегаты. Коагуляция приводит к выпадению коагулята в виде хлопьевидного осадка.

**ЛАВИНА** — масса снега, падающая или соскальзывающая со склонов гор.

**МАГНИТУДА ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ** - условная величина, характеризующая общую энергию упругих колебаний, вызванных землетрясениями или взрывами; пропорциональна логарифму энергии землетрясений; позволяет сравнивать источники колебаний по их энергии). Шкала Рихтера — сейсмическая шкала магнитуд, основанная на оценке энергии сейсмических волн, возникающих при землетрясениях. По шкале Рихтера, магнитуда самых сильных землетрясений не превышает 9.

**МЕСТНОЙ ВЕНТИЛЯЦИЕЙ** называется такая, при которой воздух подают на определённые места (местная приточная вентиляция) и загрязнённый воздух удаляют только от мест образования вредных выделений (местная вытяжная вентиляция).

**МУСОРΟΣЖИГАТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД** — предприятие, использующее технологию переработки твёрдых бытовых отходов, посредством термического разложения в котлах или печах. После высокотемпературного разложения образуются продукты сгорания: пепел, шлаки и летучие газы. Этот метод позволяет снизить объём бытовых отходов для захоронения примерно в 10 раз, а также использовать дополнительную энергию от горения для производства электроэнергии или теплоснабжения. Однако сжигание хлоросодержащих

полимерных материалов ведёт к образованию токсичных веществ, диоксинов и фуранов.

**МУТАГЕНЫ** — химические и физические факторы, вызывающие наследственные изменения — мутации.

**НАВОДНЕНИЕ** — затопление территории водой, являющееся стихийным бедствием

**НАДЕЖНОСТЬ** - свойство объекта выполнять заданные функции в заданном объеме при определенных условиях функционирования. Надежность - комплексное свойство, которое в зависимости от назначения объекта и условий его эксплуатации может включать ряд свойств (в отдельности или в определенном сочетании), основными из которых являются следующие: безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость, устойчивоспособность, режимная управляемость и живучесть.

**НЕГАТИВНАЯ СИТУАЦИЯ** - состояние системы "человек - среда обитания", характеризующееся отклонением от условий безопасного взаимодействия.

**НЕОБНАРУЖЕННЫЙ ОТКАЗ** - отказ системы (элемента), который не проявляется в момент своего возникновения при нормальной эксплуатации и не выявляется предусмотренными средствами контроля в соответствии с регламентом техобслуживания и проверок.

**НИЖНИЙ КОНЦЕНТРАЦИОННЫЙ ПРЕДЕЛ ВОСПЛАМЕНЕНИЯ** - минимальная концентрация горючих газов и паров в воздухе, при которой они способны загораться и распространять пламя, называется.

**ОБЩЕОБМЕННАЯ СИСТЕМА ВЕНТИЛЯЦИИ** предусматривается для создания одинаковых условий и параметров воздушной среды (температуры, влажности и подвижности воздуха) во всём объёме помещения, главным образом в его рабочей зоне (1,5—2,0 м от пола), когда вредные вещества распространяются по всему объёму помещения и нет возможности (или нет необходимости) их уловить в месте образования.

**ОКРУЖАЮЩАЯ ПРИРОДНАЯ СРЕДА** - естественная среда обитания человека, биосфера, служащая условием, средством и местом жизни человека и других живых организмов, в широком смысле включает природу как систему естественных экологических систем и окружающую среду как ту часть естественной среды, которая преобразована в результате деятельности человека.

**ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА** - все объекты и условия, в которых протекает и с которыми связана жизнь и деятельность человека.

**ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА** - совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов, а также антропогенных объектов. Природная среда - совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов.

**ОПАСНОСТЬ** - негативное свойство системы "человек - среда обитания", способное причинять ущерб и обусловленное энергетическим состоянием среды и действиями человека; ситуация (в природе или техносфере), в которой возможно возникновение явлений или процессов, способных поражать людей, наносить материальный ущерб, разрушительно действовать на окружающую человека среду.

**ОПАСНОСТЬ** – понятие, под которым понимаются явления, процессы, объекты, способные в определённых условиях наносить ущерб здоровью человека непосредственно или косвенно, то есть вызывать нежелательные последствия.

**ОПАСНОСТЬ\*** - ситуация в окружающей природной среде, в которой при определенных условиях (случайного или детерминированного характера) возможно возникновение факторов опасности, способных привести к одному или совокупности из следующих нежелательных последствий для человека и окружающей человека среды: отклонение здоровья человека от среднестатистического значения, т. е. заболеванию или даже смерти человека;

ухудшению состояния окружающей человека среды, обусловленное нанесением материального или социального ущерба и/или ухудшением качества природной среды.

Опасный фактор – это воздействие на человека, которое в определённых условиях приводит к травме или другому ухудшению здоровья (движущиеся предметы, огонь, избыточное давление и др.).

ОПАСНЫМИ называются факторы, способные при определенных условиях вызывать острые нарушения здоровья и гибель организма.

ОПОЛЗЕНЬ — отделившаяся масса рыхлых пород, медленно и постепенно или скачками оползающая по наклонной плоскости отрыва, сохраняя при этом часто свою связанность, монолитность и не опрокидывая при этом свой грунт.

Отказ — событие, заключающееся в нарушении работоспособности технической системы.

ОТКАЗ (НЕПОЛАДКА) - событие, заключающееся в нарушении работоспособности состояния оборудования, объекта.

ОТКАЗ ПО ОБЩЕЙ ПРИЧИНЕ - неспособность ряда устройств или узлов выполнять свои функции в результате единичного конкретного события или причины. К таковым обычно относят недостаток проекта, погрешность в изготовлении, ошибки во время эксплуатации и технического обслуживания, природное явление, вызванное деятельностью человека событие, насыщение сигналов или непреднамеренные нарастающие последствия от любой другой операции, или отказа на технологической установке, или от изменения условий окружающей среды.

ОТСТОЙНИК —канализационная накопительная ёмкость, используемая для сбора канализационных и сточных вод, а также для их первичной механической очистки.

ОТХОДЫ — вещества (или смеси веществ), признанные непригодными для дальнейшего использования в рамках имеющихся технологий, или после бытового использования продукции.

**ОШИБКА ПЕРСОНАЛА** - единичное неправильное действие при управлении техническими системами или единичный пропуск правильного действия, важных для безопасности.

**ОШИБОЧНОЕ РЕШЕНИЕ** - неправильное, непреднамеренное выполнение или невыполнение ряда последовательных действий из-за неверной оценки протекающих технологических процессов.

**ПАВОДОК** — фаза водного режима реки, которая может многократно повторяться в различные сезоны года, характеризуется интенсивным обычно кратковременным увеличением расходов и уровней воды и вызывается дождями или снеготаянием во время оттепелей.

**ПАРОВОЙ ВЗРЫВ** — резкое (быстрое) за время 1 мс образование больших количеств пара, сопровождающееся местным повышением давления, вследствие перехода тепловой энергии (затрачиваемой на испарение жидкости и расширение пара) в механическую.

**ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны** называются такие концентрации, которые при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 ч или при другой продолжительности, но не более 40 ч в неделю, в течение всего рабочего стажа не могут вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

**ПЕРСОНАЛ** - все лица, работающие с техническими системами постоянно или временно.

**ПЛОЩАДКА** - участок, на котором находится промышленное предприятие, имеющий границу и находящийся под эффективным контролем административного руководства промышленного предприятия (организации-исполнителя).

**ПОД ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ (объектом)** понимается упорядоченная совокупность отдельных элементов, связанных между собой функционально и взаимодействующих таким образом, чтобы обеспечить выполнение некоторых

заданных функций (достижение цели) при различных состояниях работоспособности.

**ПОЖАР** – неконтролируемое горение в не специального очага, наносящее материальный ущерб и создающие опасность для жизни и здоровья людей.

**ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ** – это состояние защищенности личности, имущества, общества и государства от пожаров.

**ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНЫЙ ОБЪЕКТ** – объект, на котором производят, используют, перерабатывают, хранят или транспортируют легковоспламеняющиеся и пожаровзрывоопасные вещества, создающие реальную угрозу возникновения техногенной чрезвычайной ситуации (ЧС).

**ПОЛИГОН твёрдых бытовых отходов** — специальное сооружение, предназначенное для изоляции и обезвреживания ТБО. Полигоны должны гарантировать санитарно — эпидемиологическую безопасность населения. На полигонах обеспечивается статическая устойчивость ТБО с учётом динамики уплотнения, минерализации, газовыделения, максимальной нагрузки на единицу площади, возможности последующего рационального использования участка после закрытия полигонов (рекультивации).

**ПОСЛЕДСТВИЯ АВАРИИ** - возникшая в результате аварии обстановка, наносящая ущерб за счет превышения установленных пределов воздействия на персонал, население и окружающую среду.

**ПРИТОЧНОЙ СИСТЕМОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ** называется система, подающая в помещение определенное количество воздуха, который может подогреваться в зимний период и охлаждаться в летний.

**Производственная среда** — пространство, в котором совершается - трудовая деятельность человека.

**ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ СФЕРА** – это часть сферы жизнедеятельности человека, включающая не только факторы, связанные с профессиональной деятельностью, но и, сопутствующие им, природно-климатические факторы.

**ПРОИСШЕСТВИЕ** - событие, состоящее из воздействия опасного фактора с причинением ущерба людским, природным и материальным ресурсам.

**ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ** - состояние, при котором путем соблюдения правовых норм, экономических, инженерно-технических и технологических требований, а также проведения соответствующих мероприятий достигается предотвращение нарушений технологического процесса и техники безопасности, максимальное снижение вероятности возникновения аварийной ситуации на промышленных объектах и транспорте или уменьшение ущерба; область человеческой деятельности по предотвращению аварий промышленных предприятий и уменьшению последствий чрезвычайных ситуаций, обусловленных такими авариями. Основные направления деятельности - обеспечение безопасности человека и промышленного предприятия в техносфере и экологической безопасности.

**ПРОМЫШЛЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ** - совокупность технологических установок для выпуска определенных продуктов или продукции, размещаемых на определенной площадке.

**ПЫЛЕУЛОВИТЕЛЬ** - оборудование для улавливания пыли сухим или мокрым способом.

**РЕГИОН** — территория, обладающая общими характеристиками состояния биосферы или техносферы.

**РЕЦИКЛИНГ** — повторное использование или возвращение в оборот отходов производства или мусора.

**РИСК АКТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СУБЪЕКТА** (психолог.термин) - действие, направленное на привлекательную цель, достижение которой сопряжено с элементами опасности, угрозой потери, неуспеха; ситуативная характеристика деятельности, состоящая в неопределенности ее исхода и возможных неблагоприятных последствиях в случае неуспеха; мера неблагоприятия при неуспехе в деятельности, определяемая сочетанием вероятности и величины неблагоприятных последствий в этом случае.



**РИСК ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ (РИСК ЧС)** - вероятность или частота возникновения ЧС.

**РИСК** или степень риска - это сочетание частоты (или вероятности) и последствий определенного опасного события. Понятие риска всегда включает два элемента: частоту, с которой осуществляется опасное событие, и последствия этого события; реализации опасностей определенного класса. Риск может быть определен как частота (размерность - обратное время) или как вероятность возникновения одного события при наступлении другого события (безразмерная величина, лежащая в пределах от 0 до 1).

**РИСК ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ** - вероятность реализации потенциальных опасностей при возникновении опасных ситуаций для одного человека или социальной группы.

**РИСК ПРИЕМЛЕМЫЙ** - риск, уровень которого допустим и обоснован исходя из экономических и социальных соображений. Риск эксплуатации промышленного объекта является приемлемым, если его величина настолько незначительна, что ради выгоды, получаемой от эксплуатации объекта, общество готово пойти на этот риск.

**РИСК СОЦИАЛЬНЫЙ** - характеризует масштабы и тяжесть негативных последствий чрезвычайных ситуаций, а также различного рода явлений в обществе, социально-политических преобразований, снижающих качество жизни людей. По существу - это риск для группы или сообщества людей.

**РИСК ТЕХНИЧЕСКИЙ** - комплексный показатель надежности элементов техносферы, который выражает вероятность возникновения аварии или катастрофы при эксплуатации машин, механизмов, реализации технологических процессов, строительстве и эксплуатации зданий и сооружений.

**РИСК ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ** - вероятность возникновения экологического бедствия, катастрофы, нарушения дальнейшего нормального функционирования и существования экологических систем и объектов в

результате антропогенного, техногенного вмешательства в природную среду или стихийного бедствия.

**РИСК ЭКОНОМИЧЕСКИЙ** - вероятность экономических потерь в будущем; соотношение пользы и вреда, получаемых обществом от рассматриваемого вида деятельности.

**РИСКУЮЩИЕ** - человек или социальная группа, на которых может быть оказано воздействие определенного вида при реализации определенной опасности или определенных опасностей, т. е. для которых индивидуальный или социальный риск не является нулевым или же достигает определенного уровня.

**СВА́ЛКА** — территории временного размещения отходов производства и потребления. Санкционированные свалки — разрешенные местными органами власти территории (существующие площадки) для размещения промышленных и бытовых отходов, но не обустроенные в соответствии с требованиями, предъявляемыми к полигонам санитарными нормами и правилами, и эксплуатируемые с отклонениями от требований санитарно-эпидемиологического надзора.

**СЕЛЬ**— «бурный поток» — поток с очень большой концентрацией минеральных частиц, камней и обломков горных пород (до 50—60% объёма потока), внезапно возникающий в бассейнах небольших горных рек и вызываемый, как правило, ливневыми осадками или бурным таянием снегов.

**СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ** – совокупность сил и средств, а также мер правового, организационного, экономического, социального и научно-технического характера, направленных на борьбу с пожарами.

**СИСТЕМЫ (ЭЛЕМЕНТЫ) БЕЗОПАСНОСТИ** - системы (элементы), предназначенные для выполнения функций безопасности.

**СКРУББЕР** — устройство, используемое для очистки твёрдых или газообразных сред от примесей в различных химико-технологических процессах.

СМЕРЧ (или торнадо) — атмосферный вихрь, возникающий в кучево-дождевом (грозовом) облаке и распространяющийся вниз, часто до самой поверхности земли, в виде облачного рукава или хобота диаметром в десятки и сотни метров

СРЕДА ОБИТАНИЯ - окружающая человека среда, обусловленная в данный момент совокупностью факторов (физических, химических, биологических, социальных), способных оказывать прямое или косвенное, немедленное или отдаленное воздействие на деятельность человека, его здоровье и потомство.

СТИХИЙНОЕ БЕДСТВИЕ — это результат взаимодействия негативных факторов опасного природного явления с антропосферой, трудно или вовсе не предсказуемый, сопровождающийся ущербом для людей, объектов экономики, общества, государства.

ТЕМПЕРАТУРА ВОСПЛАМЕНЕНИЯ – температура горения вещества, при которой оно выделяет горючие пары и газы с такой скоростью, что после воспламенения их от источника зажигания возникает устойчивое горение.

ТЕМПЕРАТУРА ВСПЫШКИ – самая низкая (в условиях специальных испытаний) температура горючего вещества, при которой над поверхностью образуются пары и газы, способные вспыхивать в воздухе от источника зажигания, но скорость их образования еще недостаточна для последующего горения.

ТЕМПЕРАТУРА САМОВОСПЛАМЕНЕНИЯ - минимальная температура вещества, при которой происходит резкое увеличение скорости экзотермических реакций, заканчивающееся возникновением пламенного горения.

ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ПРЕДЕЛЫ ВОСПЛАМЕНЕНИЯ – температуры, при которых насыщенные пары вещества образуют в данной окислительной среде концентрации, равные соответственно нижнему и верхнему концентрационным пределам воспламенения жидкостей.

**ТЕХНИКА** (от греч. *technē* - искусство, мастерство, умение) - совокупность средств человеческой деятельности, созданных для осуществления процессов производства и обслуживания непродовольственных потребностей общества.

**ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ** - правовое регулирование отношений в области установления, применения и исполнения обязательных требований к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, а также в области установления и применения на добровольной основе требований к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнению работ или оказанию услуг и правовое регулирование отношений в области оценки соответствия.

**ТЕХНОСФЕРА** - регион биосферы в прошлом, преобразованный людьми с помощью прямого или косвенного воздействия технических средств в целях наилучшего соответствия своим материальным и социально-экономическим потребностям.

**ТЕХНОСФЕРА** - часть биосферы, коренным образом преобразованная человеком в технические и техногенные объекты (механизмы, здания, сооружения, горные выработки, дороги и т.д.) с помощью прямого или косвенного воздействия технических средств в целях наилучшего соответствия социально-экономическим потребностям человека. Таким образом, в преобразовании участвуют техника, технические системы и используемая технология.

**ТОКСИКОЛОГИЯ** - наука, изучающая ядовитые (токсичные) вещества, потенциальную опасность их воздействия на организмы и экосистемы, механизмы токсического действия, а также методы диагностики, профилактики и лечения развивающихся вследствие такого воздействия заболеваний.

**ТРЕБОВАНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ** – это специальные условия социального и технического характера, установленные в целях обеспечения

пожарной безопасности законодательством Российской Федерации, нормативными документами или уполномоченным государственным органом.

**ТРОТИЛОВЫЙ ЭКВИВАЛЕНТ** — мера энергосодержания высокоэнергетических событий, выраженная в количестве тринитротолуола (ТНТ), выделяющем при взрыве равное количество энергии.

**УДАРНАЯ ВОЛНА**—поверхность разрыва, которая движется внутри среды, при этом давление, плотность, температура и скорость испытывают скачок.

**УПРАВЛЕНИЕ РИСКОМ** - часть системного подхода к принятию решений, процедур и практических мер в решении задач предупреждения или уменьшения опасности промышленных аварий для жизни человека, заболеваний или травм, ущерба материальным ценностям и окружающей природной среде.

**УРАГАН** - это чрезвычайно быстрое и сильное, нередко большой разрушительной силы и значительной продолжительности движение воздуха

**ФЛОТАТОР** - это установка для очистки воды, применяемая в процессе флотации.

**ФЛОТАЦИЯ** — процесс разделения мелких твёрдых частиц (главным образом, минералов), основанный на различии их в смачиваемости водой. Гидрофобные (плохо смачиваемые водой) частицы избирательно закрепляются на границе раздела фаз, обычно газа и воды, и отделяются от гидрофильных (хорошо смачиваемых водой) частиц. При флотации пузырьки газа или капли масла прилипают к плохо смачиваемым водой частицам и поднимают их к поверхности.

**ХЕМОСОРБЦИЯ** — это процесс, сопровождающийся химическим взаимодействием поглощаемого вещества с реагентом, находящимся в поглотительном растворе или нанесенным на твердый сорбент.

**ЦИКЛОН** — атмосферный вихрь огромного (от сотен до нескольких тысяч километров) диаметра с пониженным давлением воздуха в центре.

**ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР** - комплекс психофизиологических особенностей человека (восприятие информации, принятие решений, психологические установки и т. п.), играющий важную роль в промышленной безопасности.

**ЧРЕЗВЫЧАЙНАЯ СИТУАЦИЯ (ЧС)** — состояние объекта, территории или акватории, как правило, после ЧП, при котором возникает угроза жизни и здоровья для группы людей, наносится материальный ущерб населению и экономике, деградирует природная среда.

**ЧРЕЗВЫЧАЙНОЕ ОБСТОЯТЕЛЬСТВО** - негативное событие, вызванное источником чрезвычайной ситуации либо массовыми беспорядками и приведшее к гибели людей или угрозе их жизни и здоровью, ущербу государственной и другим видам собственности, личному имуществу граждан и окружающей природной среде на определенной территории.

**ЧРЕЗВЫЧАЙНОЕ ПРОИСШЕСТВИЕ (ЧП)** — событие, происходящее кратковременно и обладающее высоким уровнем негативного воздействия на людей, природные и материальные ресурсы. К ЧП относятся крупные аварии, катастрофы и стихийные бедствия.

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ\*** - совокупность состояний, процессов и действий, обеспечивающая экологический баланс в окружающей среде и не приводящая к жизненно важным ущербам (или угрозам таких ущербов), наносимым природной среде и человеку.

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ РИСК** - вероятность наступления события, имеющего неблагоприятные последствия для природной среды и вызванного негативным воздействием хозяйственной или иной деятельности, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера.

**ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПРЕДЕЛЫ** - значения параметров и характеристик состояния систем (элементов), заданные проектом для нормальной (безопасной) эксплуатации.

**ЭКСПЛУАТАЦИЯ** - вся деятельность, направленная на достижение безопасным образом цели, для которой было построено промышленное

предприятие, включая техническое обслуживание, инспектирование во время эксплуатации и другую связанную с этим деятельность.

ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИЙ ФИЛЬТР предназначен для очистки воздуха от содержащихся в нём посторонних частиц (пыли и аэрозолей). Электростатические фильтры способны эффективно очищать воздух от самой мелкой пыли (размером от 0,01 мкм), в том числе копоти и табачного дыма.

ЭЛЕКТРОФЛОТАЦИЯ — физико-химический метод очистки воды от нерастворимых (дисперсных) веществ. Метод основан на проведении электролиза воды на нерастворимых электродах и флотационном эффекте. В процессе электрофлотации нерастворимые загрязняющие вещества поднимаются на поверхность сточной воды, переносимые всплывающими микропузырьками электролитических газов.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ проведения мероприятий, направленных на устранение или снижение риска здоровью - медико-социальная и экономическая оценка последствий, связанных со снижением величины наблюдаемого или ожидаемого ущерба (вреда), обусловленного негативным воздействием факторов среды обитания.

### **Общий перечень информационных ресурсов**

Акимов В. А., Лесных В.В., Радаев Н. Н. Риски в природе, техносфере, обществе и экономике / МЧС России. — М.: Деловой экспресс, 2004.-175с.

Алымов В.Т., Тарасова Н.П. Техногенный риск. Анализ и оценка. Учебное пособие.- М.: ИКЦ" Академкнига". 2005.- 270с.

Арустамов Э.А., Косолапова Н.В. Безопасность жизнедеятельности. Учебник. - М.: Изд. дом « Дашков и КО». - 2005.-295с.

Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие / Ш.А. Халилов, А.Н. Маликов, В.П. Гневанов; Под ред. Ш.А. Халилова. - М.: ИД ФОРУМ: ИНФРА-М, 2012. - 576 с. <http://znanium.com/bookread.php?book=238589>

Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие / Ш.А. Халилов, А.Н. Маликов, В.П. Гневанов; Под ред. Ш.А. Халилова. - М.: ИД ФОРУМ: ИНФРА-М, 2012. - 576 с. <http://znanium.com/bookread.php?book=238589>

Белов ИГ. Сущность, принципы и методы регулирования техногенного риска. // Управление риском, 1998, №4, с.14-19.

Белов С.В. и др. Безопасность жизнедеятельности. Под ред. С.В. Белова. - М.: Высшая школа, 1999.-381с.

Бережной С.А., Романов В.В., Седов В.И. Безопасность жизнедеятельности Учебное пособие. - Тверь: ТГТУ, 1996.-С.186-235.

Владимиров В.А. Основные опасности и угрозы на территории России в начале XXI века. - М.: ООО «ИЦ-Редакция «Военные знания», 2002.-С.134.

Инженерная экология и экологический менеджмент: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальностям "Инженерная защита окружающей среды", "Безопасность технологических процессов и производств" / М.В. Буторина, Л.Ф. Дроздова, Н.И. Иванов и др.; под ред. Н.И. Иванова и И.М. Фадиной. Изд. 3-е. Москва : Логос, 2011. 510с.

Меньшиков В.В., Швыряев А.А. Опасные химические объекты и техногенный риск: Учебное пособие. - М.: Изд-во Химия, фак. Моск. ун-та, 2003. – 170с.

Новиков, А.В., Женихов Ю.Н. Улучшение качества природных и очистка сточных вод: учебное пособие. Ч. 1. 1-е изд. Тверь: ТГТУ, 2006. –92с.

Основные направления обеспечения безопасности человека и окружающей среды при техногенных чрезвычайных ситуациях. Методическая разработка для студентов, обучающихся по специальности "Защита окружающей среды" (инженер-эколог) /Сост. В.А. Цветков. – Ульяновск: УлГТУ, 2001. – 65с.

Программа ТАСИС «Управление безопасностью в обрабатывающей промышленности»

Промышленная экология: Учебник / Ф.Ф. Брюхань, М.В. Графкина, Е.Е. Сдобнякова. - М.: Форум, 2011. - 208 с. <http://znanium.com/bookread.php?book=208909>



Промышленная экология: Учебное пособие / Б.С. Ксенофонтов, Г.П. Павлихин, Е.Н. Симакова. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013. - 208 с.  
<http://znanium.com/bookread.php?book=327494>

Процессы и аппараты защиты окружающей среды: Курс лекций по дисциплине «Процессы и аппараты защиты окружающей среды»: Часть 1/ сост. И. Г. Кобзарь, В. В. Козлова. – Ульяновск: УлГТУ, 2007. – 437с.

Русак О., Малаян К., Занько Н. Безопасность жизнедеятельности. - СПб., 2001.-. 342с.

Самые распространенные способы очистки воды/авт.-сост. М.Е. Ершов.-М.: АСТ; Донецк: Сталкер, 2006.-94с.

Сынзыныс Б.И., Тянтова Е.Н., Мелехова О.П. Экологический риск. Учебное пособие.-М.: Логос, 2005.- 145с.

Тихомиров Н.П., Потравный И.М., Тихомирова Т.М. Методы анализа и управления эколого – экономическими рисками – М., 2003.- 284с.

Хван Г.А. Основы безопасности жизнедеятельности. - РнД, 2004.- С.109.

Экология и безопасность жизнедеятельности: Учеб.пособие для вузов / Д.А. Кривошеин, Л.А. Муравей, Н.Н. Роева и др.; Под ред. Л.А. Муровья. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002.-465с.